सरळ पदार्थविज्ञान.

કીંમત ૭ આના.

ગોપાળરાવ હરિ દેશમુખ ગ્રંથમાળા નંબર. ૩.

सरळ पदार्थविज्ञान.

રચનાર,

દાહ્યાભાઈ પિતાંબરદાસ દેરાસરી.

છપાવી પ્રસિદ્ધ કરનાર,

ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાઇટી.

અમદાવાદ

દાણાપીઠામાં "ગુજરાત ગેઝેટ" પ્રેસમાં,

ચેતરામ હરીલાલે છાપ્યું.

સંવત ૧૯૫૩ સન ૧૮૯૬

કીમત ૭ આના.

ગોપાળરાવહરિ દેશમુખ સ્મારક ગ્રંથમાળાનો ઉપોદ્ઘાત.

આ ગૃહસ્થ પ્રથમ ૧૮૬૨ માં અત્રે આસિસ્ટંટ જડજ થઇને આવ્યા, અને ફરીને ૧૮૬૭ થી ૧૮૭૬ સુધી સ્માલકાજ કોર્ટના જડજ તરીકે તેઓ આ શેહેરમાં રહ્યા. તેમની શાંત પ્રકૃતિ, દયાળુ સ્વભાવ, પરોપકાર વૃત્તિ, અને સ્વદેશ સેવામાં તત્પરતા, એ વગેરે સદ્ગુણોથી તેઓ અતિ લોકપ્રિય થયા હતા. ૧૮૭૨થી ૧૮૭૫ સુધી ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાઇટીના તેઓ સેક્રેટરી હતા. તેમની બદલી ૧૮૭૬ માં અત્રેથી નાસિકના જાઇંટ જડજ તરીકે થઇ ત્યારે તેમનું અત્રે સ્મારક રાખવાને લોકોએ એક ફંડ એકઠું કર્યું. દેશી કારીગિરી કે દેશી હુન્નરને ઉત્તેજન મળે એવી બાબતોમાં ખર્ચવા માટે તે ફંડ ગુજરાત વર્નાક્યુલર સોસાઇટીને સોંપવામાં આવ્યું છે. તે રૂ ૧૫૦૦) નું છે. તેમાંથી આજ સુધી નીચેનાં પુસ્તક પ્રકટ કરવામાં આવ્યાં છે.

૧ ગુજરાતની હાલની ખેતીવાડીનું વર્ણન.

૨ પરદેશમાં થતો માલ આપણા દેશમાં તૈયાર કરવા શા ઉપાય યોજવા.

૩ સરળ પદાર્થ વિજ્ઞાન.

આ શિવાય નીચેની બાબતોમાં ઇનામ આપવામાં આવ્યાં છે.

૧ અમેરિકન કપાસ તૈયાર કરવા માટે.

૨ રેચ લેવાનું વિલાયતી જેવું એરંડીયું તૈયાર કરવા માટે.

૩ કારબોલિક એસિડ સોપ તૈયાર કરવા માટે.

તા. ૨-૧૧-૯૬.

અનુક્રમણિકા.

६५२०

સરળ પદાર્થવિજ્ઞાન.

पदार्थ विज्ञाननो अर्थ एमां आवती बाबतो. છોકરાઓ, તમે નિશાળમાં ઇતિહાસ, ભૂગોળ, વાચન, ગણિત ઇત્યાદિ રોજ રોજ શીખો છો, પરંતુ આપણી આજુબાજુ જે કુદરતી પદાર્થો છે તે વિશે તમે કાંઇએ જાણો છો? તમને એવા કુદરતી પદાર્થ વિશે કાંઇ કાંઇ કહેવાની મને ઇચ્છા થઇ છે.

ગઇ કાલે રાત્રે આકાશ કેવું સ્વચ્છ અને વાદળાં વગરનું હતું? પવન કેવો ધીમે ધીમે વાતો હતો? ચંદ્ર કેવો રૂપાના પત્રા જેવો ચળકતો હતો? અને ચાંદનીને લીધે બધું જગત્ કેવું જાણે રૂપાના ચળકતા પાણીમાં નહાયું હોય નહિ એવું દેખાતું હતું? પરંતુ આજેજ જુઓ, તેજ સ્વચ્છ આકાશ કેવું વાદળાંથી છવાઇ ગયું છે? ચંદ્ર કેવો સંતાઇ ગયો છે? ચોતરફ તડકામાં આરસી ચળકે એમ વિજળી કેવી ચમકી રહી છે? પવનના સુસવાટા તો સાંભળો! વાદળામાં ગર્જનાનો અવાજ કેવો સંભળાય છે? અહા! જુઓ આ મોટાં મોટા ફોરાં પડવાં લાગ્યાં! અરે, આ તો વરસાદ તૂટી પડયો! જેમ કોઈ માણસ આનંદમાં બેઠું હોય, અને પછી એકદમ ગુસ્સે થઇ જાય, એજ પ્રમાણે કુદરતનો મિજાજ પણ ફરી ગયો જણાય છે! પણ એમ એકાએક ફેરફાર કેમ થયો તે તમે જાણો છો?

વારુ એ તો ઠીક, પણ જુઓ, મારી પાસે આ એક સોપારી છે, તે હું તમારી અગાડી જમીનપર મૂકીને તે સોપારી પર એક પ-

થરો મૂકું છું. જુઓ, સોપારી એવીને એવી છે. હવે જુઓ, એનો એજ પથરો ચાર પાંચ હાથ ઉંચો કરીને સોપારી પર પડવા દઉં છું. અરે, એણે તો સોપારીને ભાગી નાંખી? એમ કેમ થયું વારૂ? ઉંચેથી નીચે નાંખ્યો, તેથી કાંઈ પથરાના વજનમાં મેં કાંઇ ફેરફાર તો કર્યો નથી, તે છતાં નીચેની સોપારીના તો ટુકડે ટુકડા થઇ ગયા!

હવે આ દીવાસળીની પેટીમાંથી એક દીવાસળી લઇને તેને આ રૂમાલ ઉપર નાંખું છું. સળી રૂમાલ પડી રહી છે. હવે એજ સળીને એ પેટીની બાજુપર કાળો ને ખડબચડો ભાગ છે તેના પર ઘસું છું. અરે જુઓ, એ તો સળગી ગઈ! હવે જો તમારી ટોપી અથવા રૂમાલ ઉપર નાંખુ તો? એ કાળી જગાપર ઘસ્યાથી સળી કેમ સળગી વારૂ?

ज्ञान मेळववानां मुख्य साधनोः—ઉપર જે જે કહ્યું તેવા પ્રકારની બાબતો કેમ બનેછે, અને તેનાં પરિણામ શાં નિપજે છે, તે તમને સારી રીતે કહેતાં આવડવું જોઇએ. તમે એ બધી વાત જાણો, ને કહી શકો તે પહેલાં તમારે કેટલોક અનુભવ મેળવવો જોઇએ, ને તે ઉપર ખૂબ વિચાર કરવો જોઇએ. તમારે કેટલાક પ્રયોગ કરવા જોઇએ. અનુભવ, શોધ, અને પરીક્ષા એ જ્ઞાનનાં મુખ્ય સાધનો છે. આ પુસ્તકમાં હું તમને અનુભવ કેમ કેમ મેળવવો, શોધ કરવો, અને પરીક્ષા કેમ કરવી, એ બાબતો ટુંકામાં કહીશ. તમારે બરોબર ધ્યાન દઇને વાંચવું, અને જે જે બાબતોના પ્રયોગ કરવાના છે, તે પોતાની મેળે પોતાને હાથે કરી જોવા.

पदार्थ अने प्रकृतिः—ઉપર કહેલા વિષયપર હું તમને વાત કરવા માંડું તે પહેલાં તો તમને કેટલાક ખાસ શબ્દ

સમજાવવા જોઇએ. તમારા સામું આ મારૂં લાકડાનું ટેબલ છે. ટેબલ એ પદાર્થ છે, અને જેનું ટેબલ બન્યું છે તેને તેની પ્રકૃતિ એમ કહીશું. એટલે ટેબલ એ પદાર્થ અને લાકડું એ પ્રકૃતિ. તમારૂં અંગરખું એ પદાર્થ, અને રૂ એ એની પ્રકૃતિ. જુઓ, આ વનમાળીના હાથમાં વીંટી છે. એ વીંટી તે પદાર્થ, અને સોનું, એ એની પ્રકૃતિ. પદાર્થ અને પ્રકૃતિ એ શબ્દોનો અર્થ તો તમે સમજ્યા.

पदार्थना धर्म, तेनो अर्थ—मुख्य धर्मोनां नाम अने तेनी व्याख्याः—કોઇપણ પદાર્થને મનમાં લગીર સંભારીએ કે જોડે જોડે એના કેટલાક ગુણ પણ યાદ આવે છે. પદાર્થ કાંઇપણ જગા રોકે છે, અને જ્યાં સુધી એ જગામાં એ પદાર્થ હોય, ત્યાંસુધી એજ જગામાં બીજો પદાર્થ રહી શકેજ નહિ. દાખલા તરીકે જુઓ, જેટલા ભાગમાં તમે જાતે બેઠા છો તેજ ભાગમાં તમે હો, તે છતાં બીજો કોઇ બેશી શકે? પદાર્થના આવા ગુણને નિર્ભેધતા એવું નામ આપ્યું છે. વળી પદાર્થને કાંઇપણ લંબાઇ, પહોળાઇ અને જાડાઇ હોય છે. એટલે પદાર્થને કાંઇપણ આકાર અને હદ અથવા પરિમાણ હોયછે. આથી પદાર્થમાં "પરિમેયતા" કે "વિસ્તાર" કે "આકાર" છે એમ કહેવાયછે.

પદાર્થના નાના ટુકડા કરાય છે માટે પદાર્થમાં " વિભાજ્યત્વ નામનો ધર્મ અથવા ગુણ છે એમ કહીએ છીએ.

निर्भेद्यता प्रयोग—१ —જુઓ, પાણી ભરેલા આ તપેલામાં આ ખાલી શીશી બોળુંછું. બ્યુ શીશીનું મોં મેં ઉંધું રાખ્યું છે, તેનું કારણ એકે તેમાંથી હવા નીકળી ન જાય. જુઓ, છેક તળીઆ

સુધી લઇ જાઉંછું, તોપણ શીશીમાં પાણી નથી આવતું ! કેમ વારૂ? શીશીમાં હવા છે તેથી પાણી નથી આવી શકતું; પણ શીશીમાં પાણી સહેજ થોડું ઊંચું ચડેછે. શીશીની અંદરની હવા દબાવાથી સંકોચાય છે, તેથી એમ બને છે. શીશીમાં મેં પહેલાંથી એક કીડી નાંખી છે એ જુઓ, જેમ બહાર ચાલતી હતી તેમજ શીશીમાં પણ આમથી તેમ ચાલે છે. પણ હવે જુઓ, શીશીનું મોં ચતું કર્યું અને પાણીમાં બોળી. આ તો પાણી તરત અંદર ગયું ? જાયજ તો ! હવા જતી રહી એટલે પાણીથી જવાયું. આ ધર્મનું નામ નિર્બંધતા.

पारिमेयता, विस्तार अगर आकारमान. प्र० २

પદાર્થના આકાર એક સરખા નહોતાં જૂદાજૂદા હોય છે. આકાર જૂદા જૂદા હોવા છતાં પણ તેમનાં આકારમાન એટલે આકારનાં માપ તો સરખાં એ હોય. જૂદી જૂદી જાતના આકાર પ્રમાણે તેમના માપને ઘનફળ, ક્ષેત્રફળ, એવાં એવાં નામ આપ્યાં હોયછે.

એક ગાગરમાં જેટલું પાણી માય, તેટલુંજ પાણી એક જૂદા આકારના તપેલામાં પણ માય; અને તેટલું પાણી એક પથ્થરની ચોખંડી કુંડીમાં પણ માય. અહીં ગાગર, તપેલું, કુંડી, એના આકાર જૂદા જૂદા છતાં તેની પરિમેયતા અથવા વિસ્તાર સરખો છે, એમ કહેવાય.

આ એક વાંકોચુકો અને અબડગબડ જેવા આકારનો પથરો છે, તેનું આકારમાન કાઢવું છે. હું એને આ તપેલામાં મૂકુંછું. હવે તપેલું પાણીથી છલોછલ ભરૂં છું. પછી પથરો બહાર કાઢુંછું. પથરો જ્યારે પાણીમાં હતો, ત્યારે જેટલી જગામાં એ હતો, તેટલી જગામાં પાણી નહોતું. પથરો બહાર કાઢયો કે તે જગામાં પાણી આવી

ગયું, અને તપેલું આપણે છલોછલ ભર્યું હતું તેમાં પાણી ઘટ્યું. તમે સમજ્યાજ હશો કે જેટલું પાણી ઘટ્યું તેટલું પથરાનું આકારમાન. વે વળી એક પવાલાવડે ભરી ભરીને તપેલું પહેલાના જેટલું ભરાય તેટલું તેમાં પાણી નાંખીએ તો પાંચ પવાલાં માયાં, તો પથરાનું આકારમાન પાંચ પવાલાં જેટલું થયું એ ખુલુજ છે.

विभाज्यत्व—प्र० ३ પદાર્થના જોઇએ તેટલા કકડા કરાય છે, એ તો સઘળા જાણે છે. પણ તે ભાગ નાના નાના થતાં આખરે કેવડા થાય છે, એની આપણને કાંઇ ગમ જ પડતી નથી. મારી પાસે આ થોડું દૂધ રહ્યું. હું એને આ પાણીથી ભરેલા તપેલામાં રેડી દઉંછું. જુઓ, દૂધ બધા તપેલામાં પસરી ગયું! એનું એકેકું રજકણ કેટલું નાનું થયું હશે. અથવા બીજો દાખલો લો. અત્તરની શીશી હું ઉઘાડું છું, એટલામાં તો તમને એની સુગંધી આવી. એ પ્રમાણે હું ઘણા દિવસ ઉઘાડી મૂકું તો તમને રોજ સુગંધી આવ્યે જશે, અને શીશામાંથી તેલ ઓછું થયું જણાશે નહિ. તો કહો એ અત્તરનાં જે રજકણ તમારા નાકને અડીને સોંડતાં હતાં, તે કેટલાં ઝીણાં હશે વારુ?

गतिः—प्र० ४ ગતિ એટલે શું, એ તમારે બધાને પહેલું જાણવું જોઇએ. ગતિ એટલે સ્થળાન્તર. જુઓ, આ પથરો અહીં પડયો છે, તે હાલતો ચાલતો નથી; પણ હું તેને આ ધકો મારૂંછું તો એણે પોતાની જગા કેવી બદલી? એને ગતિ આવી. આ પથરો એક જગાએથી બીજી જગાએ ગયો એટલુંજ જાણ્યું એ બસ નથી. ગતિ સંબંધી સઘળું જ્ઞાન એટલી બાબતમાં આવી જતું નથી. વધારે કાંઇ જાણવું જોઇએ. કેટલા વેગથી ચાલ્યો તે જાણવું જોઇએ.

વેગ એ શબ્દનો અર્થ તમને સમજાવવો જોઇએ. આપણે ફરવા જઇએ અને એક કલાક સુધી ચાલ ચાલ કરીને બે માઇલ સુધી જઇએ. વળી બીજો એક કલાક આગળ ચાલીએ અને બીજા બે માઇલ જઇએ. દર એક કલાકમાં જેટલું ચાલીએ તેટલો આપણો વેગ કહેવાય. ઉપરના દાખલામાં આપણો વેગ બે માઇલનો કહેવાય.

वेग जणाववाने अगत्यनी बाबतोः—હવે ધારો કે આપણે આગગાડીમાં બેઠા છીએ. તમારામાના ઘણાક જણ આગગાડીમાં બેઠાજ હશો. બેઠા નહિ હો તો આગગાડી ચાલતી જોઇ તો હશેજ. વગડામાં રસ્તાપર ગાડી કેવી દોડેછે અને સ્ટેશન આવે એટલે ઉભી રહે છે. ધારો કે પહેલાં રસ્તા ઉપર ગાડી ૩૦ માઇલના વેગથી ચાલતી હતી, અને સ્ટેશન પાસે આવ્યું એટલે તેનો વેગ ઓછો થતો થતો છેવટે બંધ થઇ ગયો, અને ગાડી ઉભી રહી. હવે ગાડી ધીરે ધીરે ધીમી પડી તેનો વેગ શી રીતે કહેવાય? અને ગાડી રસ્તાપર ૩૦ માઇલના વેગથી ચાલતી હતી એ કહેવાનો અર્થ શો? એનો અર્થ એજ કે જો ગાડી ધીરે ધીરે ધીમી પડીને સ્ટેશન પર ઉભી ના રહી હોત તો તે એક કલાકમાં ૩૦ માઇલ દૂર જાત.

ચાલવાની ઝડપ અથવા ગતિનો વેગ કહેવો હોય તો બે વાનાં કહેવાં જોઇએ. એક તો સ્થળાન્તર કેટલું થયું, અને બીજું તે થતાં વખત કેટલો લાગ્યો તે. આગગાડી કલાકમાં ૨૦ અથવા ૩૦ માઇલ જાય છે એમ કહેવાય છે. પથરો ફેંકીએ તો તે એક સેકન્ડમાં ૧૦ કે ૧૫ ફીટ દૂર જાયછે એમ કહેવાય. અને માણસ એક દિવસમાં ૧૨ ગાઉ ચાલે છે એમ કહેવાય છે.

•કોઇ કોઇવાર જે સ્થળાન્તર કરતાં એટલે એક જગાથી બીજી જગાએ જતાં કેટલો વખત લાગેછે તે નથી પણ કહેવાતો. જેમકે, અમુક માણસ બાર ગાઉની મજલ કરે છે. એનો અર્થ એજ કે દિવસમાં બાર ગાઉ ચાલે છે. તે પદાર્થનો વેગ ૧૦ ફીટ છે, એટલે એક સેકન્ડે ૧૦ ફીટ ચાલે છે એમ સમજવું.

बळः—प्र० ५ તમે મોઇ દંડા તો રમ્યા હશો, અગર બીજાને રમતા તો જોયાજ હશે.–મોઇને હાથમાં સ્થિર પકડીને પછી તેને ટોલ્લો મારીએ છીએ એટલે મોઇ ચાલવા માંડે છે. આથી તમારા સમજવામાં આવ્યું હશે કે પદાર્થને ગતિમાં લાવવાને બળ વાપરવું પડેછે. તેમજ અગાડી ગયા પછી બીજો માણસ મોઇને ઝીલી લે છે, તે વખતે પણ તેને બળ વાપરવું પડે છે. એટલે ગતિ આપતાં અને ગતિને બંધ કરતાં બંને વખત બળનો ખપ પડેછે.

ગતિ ઉત્પન્ન કરતાં અને બંધ કરતાં જે બળ વાપરવું પડે છે તે અનેક પ્રકારનું હોયછે. હાથવડે પથરો ફેંકીએ છીએ ત્યારે હાથના માંસના લોચાના બળવડે એ ફેંકાયછે. ચારઠ ને ઘોડા જોડીએ છીએ ત્યારે ઘોડાના બળવડે ચારઠ ચાલે છે. વહેતા પાણીમાં માટી પથરા ઇત્યાદિ તણાઇ આવે છે એ પાણીના પ્રવાહના બળ વડે થાય છે. પવનના બળ વડે વહાણો સમુદ્રમાં એક બંદરથી બીજે બંદરે જાયછે. વરાળના બળથી આગગાડી ચાલે છે. વજનના બળવડે અથવા કમાનના બળ વડે ઘડિઆળ ચાલેછે. ટુંકામાં એજ કે પાણીનો પ્રવાહ પ્રાણીયોના સ્નાયુ, પવન, વરાળ, વજન, કમાન ઇત્યાદિ અનેક પ્રકારનાં બળવડે પદાર્થમાં ગતિ આવે છે.

જે માણસને પદાર્થવિજ્ઞાનનું સારૂં જ્ઞાન હોય છે તે આ બધાં બળમાંથી કઈ જાતનું બળ કઇ જગાએ અને કેવી રીતે કામે લગાડવું તે બરોબર જાણેછે. જેને થોડું થોડું જ્ઞાન હોય છે તે પોતાના જ્ઞાનના પ્રમાણમાં અમુક અમુક બળ કામે લગાડીને પોતાનું કામ ચલાવી લે છે.

भार किंवा दाबः—प्र० ६ જ્યારે કોઇ પદાર્થને કોઇ ખેંચતું કે દબાવતુ હોય, તેની વચમાં કોઈ બીજો પદાર્થ આવીને તેની ગતિ બંધ પાડે ત્યારે તે વચમાં આવનાર પદાર્થપર પેલા પદાર્થનો ભાર પડે છે.

જુઓ, આ ટેબલ છે. તેના ઉપર હું એક પથ્થર મૂકું છું. તમે જાણો છો કે એ પથરાને નીચેથી પૃથ્વી પોતાની તરફ ખેંચે છે. જો ટેબલ વચ્ચે ના હોત તો પથરો નીચે જમીન પર પડત. પણ ટેબલના અંતરાયને લીધે તે નીચે પડી શકતો નથી. તેથી પથરાનો ભાર ટેબલ ઉપર પડે છે. ટેબલ પર ભાર પડે છે કે નહિ એ જોવું હોય તો ટેબલને બદલે તમારો હાથ નીચે રાખો એટલે તમારા હાથ ઉપર ભાર પડશે.

बळनी समानता (समतुल्यता):—प्र० ७ આ બારણાનું એક કમાડ છે. એક છોકરો એને બહારથી ધક્કો મારીને ઉઘાડવાને બળ કરે, અને બીજો એને અંદરથી દાબીને બંધ કરવાને બળ વાપરે. હવે જો બે છોકરાનાં બળ સરખાં હશે તો કમાડ બંધે નહિ થાય અને ઉઘડશે પણ નહિ; પણ પોતાની જગા પર સ્થિર રહેશે. આ ઉપરથી તમે શું સમજ્યા?

જુઓ, એ ઉપરથી એ ખૂલ્લું સમજાય એવું છે કે જો કોઇ પદાર્થ ઉપર જૂદી જૂદી બાજુએથી સરખાં બળ લાગેતો તો તેથી તે પદાર્થ ગતિમાં આવતો નથી અને સ્થિર રહે છે. આમ થાય છે ત્યારે બળની સમાનતા (સમતુલ્યતા) થઇ એમ કહેવાય છે.

૮. **टेका पासेथी बळ लगाडवानी जगा जेम दूर तेम ते पदार्थ उचकवामां सहेलो पडेछेः**—આ એક મોટું મોભીયું પડ્યું છે, તેને બે છેડા અગાડીથી બે માણસે પોત પોતાના ખભા ઉપર ઉચકવું અને દરેકને કેટલો ભાર લાગે છે તે જોવું. પછી એક માણસે છેડા અગાડી રહેવું, અને બીજાએ પોતાનો છેડો મૂકીને બીજા છેડા તરફ થોડું ખસવું. તો ભાર વધારે લાગશે. વળી થોડું અગાડી જવું એ પ્રમાણે બીજા છેડા તરફ જેમ જેમ વધારે વધારે અગાડી જશે, તેમ તેમ ભાર વધારે વધારે લાગતો જશે. છેવટે એટલો ભાર લાગશે કે તેનાથી ઉચકાશે પણ નહિ.

જ્યારે જમીનમાંથી મોટો પથરો કાઢવો હોય છે, અથવા તો મોટું લાકડું ઉચકવું હોયછે ત્યારે તેની નીચે લોઢાની નરાજનો એક છેડો ઘાલે છે, ને ત્યાંથી થોડે છેટે એક પથરો અગર લાકડું ટેકા તરીકે મૂકે છે. પછી બીજા છેડા ઉપર ભાર દે છે. જેમ બીજો છેડો વધારે લાંબો, તેમ ઓછો ભાર દેવો પડે અને પથરો કે લાકડું સહેલાઇથી ઉચકાય.

मुख्य मुख्य कुदरती शक्तिओ. (१) गुरुत्वाकर्षणः— બળ શબ્દનો અર્થ પહેલાં સમજાવી ગયા. હવે સૃષ્ટિમાં મુખ્ય મુખ્ય શક્તિઓ કઇ કઇ છે તેનો વિચાર કરીએ. એ શક્તિઓથી શાં શાં

કામ થાય છે,- અને આપણને તે શી રીતે કામ લાગે છે એ આપણે જોયું છે.

પૃથ્વીના આકર્ષણથી સઘળા પદાર્થ નીચે ખેંચાય છે. હવે જો તે પદાર્થને નીચે જવામાં બીજો કોઈ પદાર્થ વચ્ચે આવીને અંતરાય કરે તો તે વચ્ચે આવનાર ઉપર પહેલા પદાર્થનો ભાર પડે છે. નીચે ને ઉપર એ બોલ આપણે પૃથ્વીના સંબંધમાં બોલીએ છીએ. નીચે એટલે પૃથ્વી તરફ, અને ઉંચે એટલે આકાશ તરફ. સઘળા પદાર્થ પૃથ્વી તરફ ખેંચાય છે. આપણે ડુંગર પર ચડીએ ત્યારે પૃથ્વીથી ઉલટી દિશામાં જઇએ છીએ. પૃથ્વી આપણને પોતાની તરફ ખેંચેછે તે આકર્ષણને તોડીને આપણે ઉંચે જઇએ છીએ, માટે જ આપણે ડુંગરા પર ચડતાં કે મોટા દાદર પર ચડતાં થાકી જઇએ છીએ. પણ જ્યારે નીચે ઉતરીએ છીએ ત્યારે પૃથ્વીનું ખેંચાણ જે દિશામાં છે તેજ દિશામાં આપણે જઇએ છીએ, માટે ચડતા હતા તેના કરતાં ઉતરતી વખતે સહેલું પડે છે.

આપણે પાણીમાં પથરો નાંખીએ છીએ, ત્યારે પથરાનો ભાર પાણીથી ઝીલાતો નથી, અને તે આઘું ખસી જાય છે, ને પથરો નીચે તળીએ જઇને બેસે છે. એજ પ્રમાણે જો આપણે બધાંને જમીનનો આધાર ન હોત તો આપણે બધાં પોતાના ભારને લીધે પૃથ્વીમાં જતાં રહેત ! જુનાં છાપરાં અથવા જુના માળ પડી જાય છે, અને ઘણાંએ માણસને ચગદી નાંખે છે, એ તમારા સાંભળવામાં આવ્યું હશે. ઉપરના પદાર્થનો ભાર જ્યારે પોતાથી ન ખમાય ત્યારે એ પડી જાય છે.

પૃથ્વી આ પ્રમાણે દરેક પદાર્થને પોતાની તરફ ખેચે છે તે શક્તિને ગુરૂત્વાકર્ષણ કહે છે.

संबंधाकर्षणः—આપણા હાથમાં દોરી લઇને જો તેને તોડી નાંખવી હોય તો તેમ કરતાં જોર પડે છે. લાકડું લઇને તેને વાળવું હોય તો જોર કરવું પડે છે. કોઈ પણ પદાર્થને ભાગવું, વાળવું, તોડવું ઈત્યાદિ કરવું હોય તો તે કરતાં જોર પડે છે. પદાર્થનાં રજકણો એક બીજાની જોડે ચોંટી રહેવાની એક શક્તિને સંબંધાકર્ષણ કહે છે. આ શક્તિથી એકજ જાતનાં રજકણ એક બીજાની જોડે મજબૂત વળગી રહે છે.

रसायनाकर्षण अथवा स्नेहाकर्षणः—ઉપર કહ્યું તેમ એકજ જાતનાં રજકણોમાં જે ચોંટી જવાની શકિત હોય છે તેને સંબંધાકર્ષણ કહે છે. પણ જૂદી જૂદી જાતનાં રજકણોમાં એક બીજાની જોડે ચોંટી રહેવાની શક્તિ હોય છે તેને રસાયનાકર્ષણ અથવા સ્નેહાકર્ષણ કહે છે. સોનાનાં રજકણો સંબંધાકર્ષણથી વળગી રહે છે, પણ પીતળનાં રજકણો રસાયનાકર્ષણથી વળગી રહે છે, કેમકે પીતળનાં રજકણો તાંબુ અને જસત એ બે જૂદી જૂદી જાતનાં રજકણ એકઠાં થઇને બન્યાં છે. એકજ જાતનાં રજકણવાળા પદાર્થ સૃષ્ટિમાં થોડાજ હોય છે. પથરા, માટી, પાણી, વનસ્પતિ, હવા ઈત્યાદિ ઘણા પદાર્થ જૂદી જૂદી જાતનાં રજકણો મળીને થયાછે.

गुरुत्व, संबंध अने रसायनाकर्षणनो उपयोगः—ઉપર કહેલી શક્તિઓ (ગુરૂત્વાકર્ષણ, સંબંધાકર્ષણ અને રસાયનાકર્ષણ) જો હોત નહિ તો આપણી શી અવસ્થા થાત તે તમને કહું એટલે તમને એમનો ઉપયોગ તરત સમજાશે.

પહેલ વહેલું જો ગુરૂત્વાકર્ષણ ન હોત તો શું થાત તે જોઇ-

એ. હવે દરેક પદાર્થને પૃથ્વીનું આકર્ષણ મટી ગયું એટલે પૃથ્વીપર જ જાય એમ નહિ. ગમે ત્યાં જાય. આપણે ઉંચે કૂદકો મારીએ તો પછી ઉંચે ચાલ્યાજ જઇએ. પવન આવે કે આપણે ઉડી જઇએ. ઘર, મોટી મોટી હવેલીઓ પણ પવનનો જબરો ઝપાટો લાગ્યો કે ઉડી! પણ પૃથ્વીનું પોતાનું એ શું થાત? એ પણ પોતાની જગાએજ ફરે છે તેનું કારણ આ ગુરૂત્વાકર્ષણ છે. બીજા ગ્રહો અને સૂર્ય એને ચોતરફથી ખેંચીને પોતાની જગામાં રાખે છે. તો પછી એ આકર્ષણ ગયું કે પૃથ્વી બાઇ પોતે એ ચાલ્યાં! કોણ જાણે ક્યાંએ ભમે! આમ બધી અવ્યવસ્થા થઈ જાય!

હવે સંબંધાકર્ષણ અને રસાયનાકર્ષણ લો! દરેક પદાથનાં રજકણ એક બીજાથી છુટાં થઇને ઉડયાજ કરે! એકઠાં કોને આધારે રહે?! કોઇપણ જગાએ ઘન અથવા પ્રવાહિ પદાર્થ દેખાય જ નહિ! અરે, આપણે પણ ક્યાંથી હોઇએ?! આપણું શરીર રસાયણુકર્ષણથી બનેલા જૂદા જૂદા પદાર્થનું બન્યું છે, તે બધા છુટા થઇ જાય એટલે પત્યું!! બધી દુનિઆં રજકણમય થઇ જાય! આમ થાય માટેજ ઉપર કહેલી બધી શક્તિઓની ખરેખરી જરૂર છે. એ શક્તિઓ છે માટેજ આપણે છીએ. એ છે માટેજ તમે બધા વર્ગમાં બેઠા છો અને હું તમને શીખવું છું!

आकर्षणनी वधघटः—ઉપર કહેલા સંબંધાકર્ષણને લીધે રજકણો એક બીજાની સાથે જોડાયછે. પણ આ આકર્ષણ સઘળા પદાર્થમાં સરખું હોતુ નથી. લોઢામાં તે જેટલું હોય છે તેટલું લાકડામાં હોતું નથી. વળી લાકડામાં હોય છે તેટલું માંખણમાં હોતું નથી, અને પાણી જેવા પ્રવાહિ પદાર્થમાં તો

ઘણુંજ ઓછું હોય છે. આ આકર્ષણ પદાર્થમાં જેમ કમી જાસ્તી હોય છે, તેમ તે પદાર્થમાં કઠણાશ પણ કમી જાસ્તી હોય છે. માં-ખણ કરતાં લાકડું કઠણ, અને લાકડા કરતાં લોઢું કઠણ હોય છે સખ્ત પદાર્થને એક જગાએથી ઝાલીને ખેંચીએ તો તે બધો જોડે ખેંચાઇ આવે છે. માંખણમાં તેટલું જોર નથી હોતું. સંબંધાકર્ષણ ઓછું હોય છે, તેથી માંખણમાંથી જેટલું લઇએ તેટલું લેવાય છે, પણ લોઢાની ચીપમાંથી એમ થોડું લોઢું લેવાય નહિ. પ્રવાહિ પદાર્થનાં રજકણમાં પણ થોડું સંબંધાકર્ષણ હોય છે તે નીચેના પ્રયોગથી જણાશે.

पाणीमां संबंधाकर्षण छे तेनी सिद्धताः—આ પાણી છે. તેમાં તમારી આંગળી ઘાલીને ઊંચી કરો. આંગળીના ટેરવા ઉપર પાણીનું ટીપું આવ્યું એ જોયું. એના રજકણમાં સંબંધા-કર્ષણ છે તેમાં આ ટીપું ટેરવે વળગ્યું આવ્યું એ ખુલ્લું છે.

કેટલાક પદાર્થમાં સંબંધાકર્ષણનું જોર બધી જગાએ સરખું નથી. એક બાજુએ વધારે ને બીજી બાજુએ ઓછું એમ હોય છે. કેળનું અગર તાડનું પાંદડું ઉભું ફાડતાં જેટલું સરળ પડશે તેટલું આડું ફાડતાં નહિ પડે. લાકડું ઉભું ચીરવું હશે તો જલદી ચીરાશે, અને આડું ચીરતાં જોર વધારે પડશે.

पदार्थनी मजबूताइः—ઉપરના દાખલાઓથી તમે જાણ્યું હશે કે સઘળા પદાર્થ સરખા મજબૂત હોતા નથી. લાકડા કરતાં લોઢું વધારે મજબૂત છે. સુતરની દોરી કરતાં લોઢાની સાંકળ વધારે મજબૂત હોય છે. કેટલાક પદાર્થ સ્થીતિસ્થાપક હોય છે. એટલે જેવી નેતરની સોટી હોયછે તેવા હોય છે તેને જરીવાળી એને

પાછી મૂકી દઇએ ત્યારે હતી તેવીજ થઇ જાય. કેટલાક પદાર્થ બરડ હોય છે. જેમકે માટીનીઈંટ—એને વાળવા જઇએ ત્યાં ભાગી જાય.

કારિગર લોકોને કિયા કિયા પદાર્થ મજબુત છે એની સારી માહીતિ હોવી જોઇએ. જ્યારે ઘર, પૂલ કે મોટી ઇમારત બાંધવાની હોય છે ત્યારે અમુક અમુક જગાએ કેટલું જોર પડશે એનો વિચાર કરીને ત્યાં ઓછો વત્તો મજબૂત સામાન વાપરવો પડે છે. ઘણું કરી જ્યાં જેટલું જોર પડવાનો સંભવ હોય તેના કરતાં અનુમાનથી આઠ અથવા દશ ગણો વધારે મજબૂત સામન ત્યાં વાપરવાનો રિવાજ છે. આથી કરીને કામ મજબુત અને ટકાઉ થાય છે. જે કારિગરને આવી ખબર હોતી નથી તેનાં કરેલાં કામ વહેલાં પડી જાય છે.

घर्षण अथवा घसारो:—એક પદાર્થ ઉપર બીજોપદાર્થ જ્યારે ઘસરડીએ છીએ ત્યારે તે જેટલો ખડબચડો હોય તે પ્રમાણમાં તેની ગતિમાં અડચણ પડે છે. આ અડચણને' ઘસારો કહે છે. સઘળા પદાર્થમાં સરખું ઘર્ષણ નથી હોતુ, 'જેમ પદાર્થમાં ખડબચડાપણું ઓછું, તેમ ઘર્ષણ પણ ઓછું. જો રસ્તા ઉપર લીલ થઇ હોય, અને તેથી રસ્તો લીસો થયો હોયતો ચાલવાનું કેવું કઠણ પડે છે, એ તો સઘળાને માલૂમ હશે. પ્રસંગ પ્રમાણે કેટલીક વખત ઘર્ષણ વધારવું એ પડે છે. ચોમાસામાં આપણા આંગણામાં જો લીલ ઉગીને લપસણું થઇ ગયું હોય તો આપણે રેતી કે ધૂળ અથવા માટી નંખાવીએ છીએ. એ આપણે શું કર્યું ? ઘર્ષણ વધાર્યું. લીસી જમીનપર ચાલતાં પગઅને

જમીન વચ્ચે ઘર્ષણ નહોતું તેથી આપણે લપસી જતા, તે રેતી કે ધૂળ ઇ૦ નંખાવીને ઘર્ષણ વધાર્યું. પણ ગાડીનાં પૈડામાં આપણે તેલ ઊંજીએ છીએ, તે ઘર્ષણ ઘટાડવાને માટે છે. તેથી બળદને કે કે ઘોડાને ઓછું જોર પડે છે. સંચામાં ઇત્યાદિ જગાએ ઘર્ષણ ઓછું કરવાને બહુ બહુ વાનાં વાપરે છે. જે પેનશિલ તમે રોજ વાપરો છો તેવી પેનશિલની અંદરનો કાળો પદાર્થ જેને પ્લંબેગો કહે છે તેનો ભૂકો અને ચરબી રોજ ડિજે છે. પદાર્થમાં ઘર્ષણ છે તો ઠીક. તેના વડે માણસથી ગમે ત્યાં ચલાય છે. નીકર લીલવાળા રસ્તાની પેઠે ચલાત જ નહિ. ઘર્ષણ હોત નહિ તો પદાર્થને, અને પ્રાણી માત્રને કોઇ પણ જગાએ ઉભું રહેવાની જગો ન મળત, ને કશું બરાબર ગોઠવાત પણ નહિ.

गुरुत्व मध्यबिंदुः—દરેક પદાર્થમાં એક એવું ઠેકાણું હોય છે કે જ્યાંથી એને ઉચકીને ઊંચું રાખીએ તો તે પદાર્થ સઘળી તરફ સરખો રહે, અને તેની આજુ બાજુનાં બધાં રજકણોનું તોલ સરખું થાય. આ ઠેકાણાને આપણે તે પદાર્થનું ગુરૂત્વમધ્યબિંદુ કહીએ છીએ.

गुरुत्व मध्यबिंदु शोधवानी रीतः—આ લાકડી લો, અને તમારી આંગળીપર આડી મૂકો જ્યાં સુધી તે બરોબર સમતોલ રહે ત્યાં સુધી તેને આધી પાછી ફેરવો. હાં, બસ. જુઓ, તે કેવી સમતોલ સીધી રહી? એ જગાએ નિશાની કરો. આ લાકડીનું ગુરૂત્વમધ્યબિંદુ એ જગાએ છે. આ ઉપરથી તમારે એક બીજી વાત સમજવાની છે. લાકડીનો સઘળો ભાર તમારી આંગળીપર પડ્યો ખરો કેની? ત્યારે ગુરૂત્વમધ્યબિંદુ

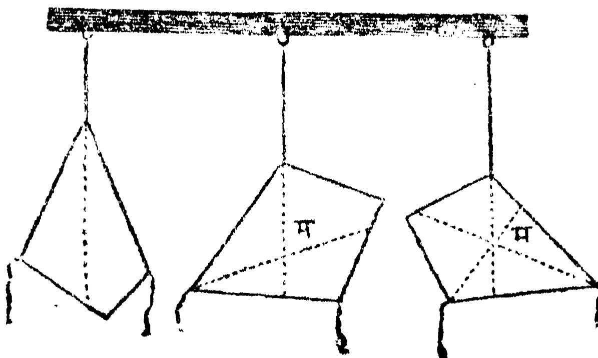
આગાડી તેનાં બધાં રજકણો સમતોલ થાય છે એટલુંજ નહિ, પણ બધાં રજકણનો ભાર એ જગાએ જાણે એકઠો થયો ન હોય એમ લાગે છે.

वांकाचुका पदार्थनुं गुरुत्व मध्यबिंदु शोधवानी रीतः—

આ એક લોઢાનું વાંકું ચુંકું પતરૂં છે. લાકડી જેવી વસ્તુ હોય તેનું ગુરૂત્વમધ્યબિંદુ તો તમે ખોળી કાઢો. પણ આ પતરાનું ગુરૂત્વમધ્યબિંદુ કાઢવું હોય તો શું કરો?

જુઓ હું શીખવું. આ પતરાની કોરમાં ત્રણ ચાર ઠેકાણે કાણાં પાડું છું. અને તેમાંના એકમાં દોરી પરોવીને એ દોરીવડે એ પતરાને અધર લટકાવું છું. અને જોડે જોડે એક ઓળંભાને પણ દોરીવડે એજ બિંદુથી લટકાવું છું. હવે જ્યારે દોરી સ્થિર રહી ત્યારે ખડીવડે દોરીની સાધી લીટીમાંજ પતરા ઉપર લીટો કરૂં છું. જુઓ, આ લીટો ઓળભાની દોરીની નીચેજ દોરાશે. (આકૃતિ ૧ લી જુઓ.) પછી વળી બીજા કાણામાં દોરી પરોવીને એમજ કરૂં છું. પછી વળી ત્રી-

आकृति १ ली.



જામાં. આ બે ત્રણ લીટીઓ એક બીજાને म બિંદુમાં છેદશે. જે એક (म) બિંદુમાં થઇને આ ત્રણ લીટીઓ જાય છે તેજ (म) બિંદુમાં થઇને ગમે તેટલા કાણાં પાડીને ટાંગશો તો તે લીટીઓ જશે એ (म) બિંદુ તે આ પતરાનું ગુરૂત્વમધ્ય બિંદુ છે. એ જગાએથી જો તમે પતરાને ટાંગો તો તે બધી જગાએ સમતોલ રહેશે. અથવા જો તમે એ જગાની નીચે તમારી આંગળી રાખશો, તોપણ પતરૂં સમતોલ રહેશે. અને પતરાનો બધો ભાર જાણે તમારી આંગળીપર આવ્યો એમ થશે. તમે આંગળીને લગીર હલાવશો તોપણ તે બે ત્રણ વાર ડોલમડોલ થઇને આખરે સ્થિરને સમતોલ થશે. એટલુંજ નહિ, પણ એ (म) બિંદુથી જો પતરાને દોરીથી લટકાવ્યું હશે તો હમેશ ઓળંભાની દોરીની લીટીમાંજ રહેશે.

ઉપર કહેલા પ્રયોગથી ત્રણ વાતો સમજાઇ તે હું તમને ફરી કહુંછું. તે યાદ રાખજો.

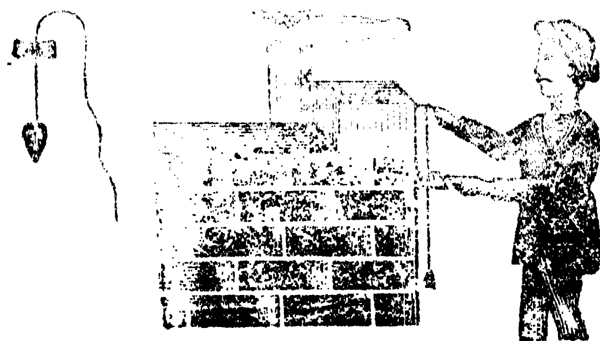
गुरुत्व मध्यबिंदु संबंधी त्रण मुख्य नियमोः—१. દરેક પદાર્થને ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ હોય છે, અને તે ઠેકાણેથી તે પદાર્થનાં રજકણો સમતોલ થાય છે.

૨. ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુમાં પદાર્થનો સઘળો ભાર એકઠો થયો હોય નહિ, એમ લાગે છે.

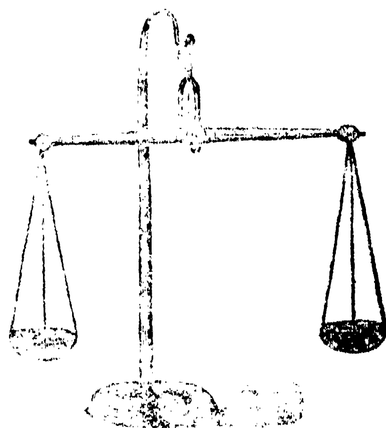
૩. કોઇ પદાર્થને જો ખીલા અથવા આંકડા વડે ટાંગ્યો હોય તો તે પદાર્થ જ્યારે સ્થિર થાય છે, ત્યારે તેનું ગુ. મ. બિંદુ હમેશ તે ખીલા અગર આંકડાના ઓળંભાની લીટીમાંજ હોય છે.

पदार्थनुं आधार मध्यः—પદાર્થને જે વડે ટાંગ્યો હોય છે તેને તે પદાર્થનું "આધાર મધ્ય" કહે છે. પતરૂં જો ખીલાથી ટાંગ્યું હોય તો ખીલો તે તેનું આધાર મધ્યછે. આ "આધાર મધ્ય" અને "ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ" હમેશ એક ઓળંબામાંજ હોય છે. ઓળંબો તો તમે દીઠો હશે. કડિઆને કોઇ દહાડો ચણતાં જોયાંછે? પાસેની આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણેનું તેમનું ઓજાર જોયું છે? એ લટકતું ઓજાર ગમે ત્યાં ટાંગીએ, પણ પૃથ્વીના મધ્યબિંદુની સીધી લીંટીમાંજ રહે છે.

आकृति २ जो.



आकृति ३ जो.



त्राजवां:—તમારા હાથમાં આ ત્રાજવાં લેા. એના પલ્લાં ખાલી રહેવા દેા. જુઓ, જ્યારે એ સ્થિર થાય છે, ત્યારે તેની દાંડી બરાબર આડી રહે છે, ને કાંટા બરાબર સીધા રહે છે. વચલા નાકાથી બે તરફના પલ્લાં સુધીની દાંડી સરખી લાંબી છે. તેમજ બે પલ્લાં પણ સરખા વજનનાં છે. હવે તમે જો બરાબર વિચાર કરશેા તેા તમને જણાશે કે જો દાંડી સરખા વજનની, ને સરખી લાંબી હેાય; જો પલ્લાં સરખા વજનનાં હેાય, તેા ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ ત્રાજવાની વચમાંના નાકાની નીચે અને લટકાવવાની જગાના ઓળંભાની દેારીમાંજ હેાવું જોઇએ. હવે જો આ ત્રાજવાના બે પલ્લામાં ગમે તેટલાં પણ સરખા વજનનાં કાટલાં મૂકીએ તેાપણ તેનું ગુરૂત્વમધ્ય બિંદુ ખસે નહિ; અને ત્રાજવાનેા કાંટા ઉભેા ને ઉભેા રહે. જો એકાદા પલ્લામાં ઓછું વજન હશે તેા દાંડી વાંકી થશે, અને સીધેા કાંટા પણ વાંકા થશે.

ત્રાજવાના એક પલ્લાંમાં કાંઇ પદાર્થ મૂકો, અને બીજામાં (ધારો કે) ૧૦ શેરીઓ મૂકીએ. હવે જો પદાર્થ વાળું પલ્લું નીચું નમ્યું તો આપણે જાણવું કે પદાર્થ ૧૦ શેર કરતાં ભારે છે, અને જો ૧૦ શેરીઆવળુ નીચું નમે તો જાણવું કે પદાર્થ ૧૦ શેરથી હલકો છે. હવે તેમાં એક પાંચશેરી મૂકો અને જો બે પલ્લાં સરખાં થયાં તો જાણવું કે પદાર્થ બરોબર પંદર શેર છે.

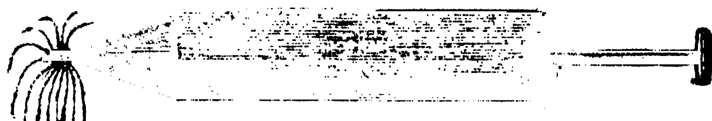
ઘન પદાર્થોના ધર્મ વિશે તમે કેટલીક વાતો જાણી હવે પ્રવાહિની વાત કરીએ.

प्रवाहि पदार्थना धर्म.

प्रवाहि पदार्थ दबावाता नथीः—પ્રવાહિ પદાર્થમાં સંબંધાકર્ષણ થોડું હોવાથી તેના રજકણો એક બીજાની આજુબાજુ, અગર તળે ઉપર ગમે તેમ ખશી જાય છે. એથીજ એવા પદાર્થો ગમે તે આકારના વાસણમાં ભરાય છે. જો મારા ચશ્માંને સારૂ મારે દાબડી કરાવવી હોય તો એના જેવા આકારનીજ કરાવવી જોઇએ. કેમકે બહુ સંબંધાકર્ષણને લીધે એનાં રજકણો આજુબાજુ ખશી શકતાં નથી. પણ જો મારે નવટાંક તેલ ભરવાને દાબડી કરાવવી હોય તો તે હું ગમે તે આકારની કરાવું. ચોખંડી, ગોળ, લાંબી કે નળા જેવી, ગમે તે ચાલે. જેમાં નાંખુ તેમાં તેલ ભરાય તેની ગમે તેવી વાંકી બાજુઓમાં પણ તેલ ખશી જાય આમ થાય પણ તેનું આકારમાન કે પરિમેયતા ઘટે નહિ. એટલે શેર માપતું દૂધ અચ્છેરના માપમાં માય નહિ. તેના ઉપર ગમે તેટલો ભાર દો, પણ તે દબાઈ નાના વાસણમાં માયજ નહિ.

એક પીચકારી પાણીથી ભરો, અને તેના આગળના કાણાને આંગળી દાબીને બંધ કરો કે પાણી નીકળી શકે નહિ. તમે હવે જો દાટાને ગમે તેટલો દાબશો તોપણ તે અંદર જશે નહિ. જો આંગળી ખસેડશો તો તરત પાણી જશે અને દાટોએ અંદર જશે.

आ. ४ थी.



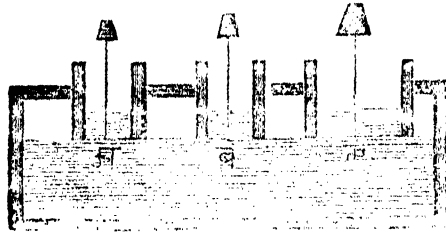
प्रवाहि पदार्थपर करेलुं दबाण सघळी दिशामां लागेछेः—પીચકારીના મોં અગાડી એક પીતળનો નાનો ગોળો બેસાડયો હોય, અને તે ગોળામાં ચોતરફ કાણાં પાડયાં હોય તો જેટલા જોરથી દાંડો દબાવીએ તેટલા જોરથી પાણી સઘળાં કાણાંમાંથી બહાર આવશે. આપણે દાંડો દબાવીએ છીએ પણ જો એ દબાણ ચોતરફ લાગતુ ના હોત, તો ગોળાના સઘળાં કાણાંમાંથી જોરબંધ પાણી ન નીકળતાં માત્ર એક સિદ્ધા કાણામાંથીજ નીકળત.

***प्रवाहि पदार्थनुं दबाण ओछी वत्ती सपाटी प्रमाणे ओछुं वतुं थाय छेः**—પાસેની આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણેનું એક

* ઇટાલીના ફ્લોરેન્સ નામે શહેરમાં પાણીને દાબવાથી, તે દબાઇને તેનું આકારમાન ઘટે છે કે નહિ તે જોવા માટે એક સુંદર પ્રયોગ કર્યો હતો. એક સોનાનો ગોળો બનાવીને તેમાં પાણી ભરી પછીથી રેણ દઇને બંધ કર્યો. ને તેનાપર ચોતરફથી ભાર દેવા માં-

વાસણ લઇએ. એ વાસણ બધી બાજુથી બંધ અને ચિત્રમાં બતા-વ્યા પ્રમાણે બે ઉભાં મોં વાળું જોઇએ. દરેક મોંમાં બરોબર બેસતો

आ ९ मी.



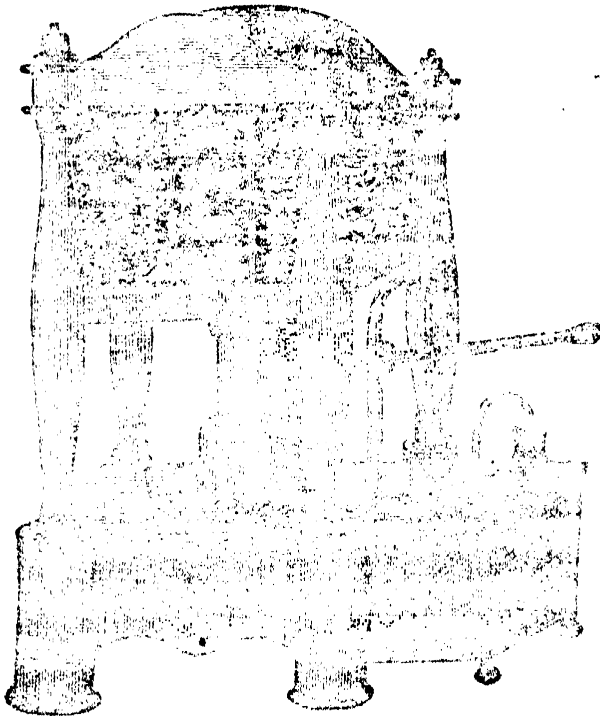
આવે ને આઘો પાછો થઇ શકે એવો દાટો p જોઇએ. અને P મોંની પહોળાઇ સરખી નહોતાં, p ની ચારગણી મોટી છે. તેજપ્ર-માણે p દાટાની સપાટી પણ P દાટાની સપાટી કરતાં ચારગણી વધારે છે. હવે જો તમે ગમે તે દાટાપર ભાર દો, તો બીજો દાટો ઉપર આવશે. જો તમારે p દટ્ટાને ઉચો ન થવા દેવો હોય તો તમારે P ના ઉપર જેટલું વજન મૂકો તે કરતાં વધારે મુકવું પડશે. તેના ઉપર તો તમારે ચાર શેરીઓ મૂકવો પડશે; કેમકે P નાં ક-રતાં p ની સપાટી ચારગણી વધારે છે; હવે તમે સમજ્યા હશો કે પ્રવાહિ ઉપર જો દબાણ કરીએ તો તે દબાણ બીજી ગમે તે જ-ગાએ લાગે છે. એટલુંજ નહિ પણ જે સપાટી પર દબાણ થાયછે

ડ્યો; ખૂબ ભાર દીધો ત્યારે પાણી તો દબાઈને નાનું થયું નહિ, પણ તેમાંથી પાણીનાં ટપકાં બહાર નીકળી આવ્યાં!

આ કહેલું તદ્દન બરોબર નથી. પાણી ઉપર ભાર દેવાથી તે પોતાના કદના $\frac{૫૩}{૧૦૦૦૦૦૦૦}$ જેટલું ઘટે છે. પણ આ એટલું તો થોડું છે કે નથી દબાતું કહીએ તો ચાલે.

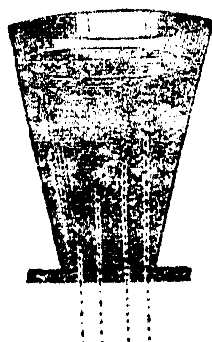
તે સપાટીના પ્રમાણમાં લાગે છે. પાસ્કલ નામના વિદ્વાને આ વાત ખોળી કાઢી છે. પ્રવાહિના આ ગુણનો લાભ લઇને ઓછા દબાણથી વધારે દબાણ થાય એવા ગાંસડીઓ વગેરે દાબવાનાં યંત્ર બનાવાય છે. નીચેના ચિત્રમાં એવું એક ચિત્ર આપ્યું છે એને ઇંગ્રેજીમાં બ્રામાનો દાબવાનો સંચો કહે છે; કેમકે એ નામના વિદ્વાને એ ખોળી કાઢ્યો છે.

आकृति ६ ठी.



प्रवाहिनुं दबाण उंडाणपर पण आधार राखेछेः-જેમ ઓછી વતી ઉંડાઇ તેમ પ્રવાહિનું દબાણ અનુક્રમે ઓછું વતુ પડેછે.

आकृति ७ मी.

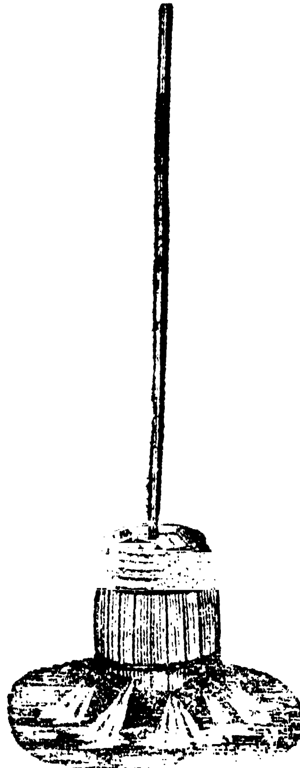


એક પાલામાં પાણી ભરો. અને તેમાં એકની નીચે એક એમ કેટલાંક કાણાં પાડો. જો કે પાણી દરેક કાણામાંથી નીકળશે, પણ જે જે કાણું વધારે વધારે નીચે હશે તેમ તેમ તેમાંથી પાણી ઉપરના કાણા કરતાં વધારે વધારે જોરથી નીકળશે. છેવટે છેક નીચેના છેલ્લા કાણામાંથી સહુથી વધારે જોરથી પાણી નીકળશે.

લાકડાના એક પીપમાં પાણી ભરીને તેના ઉપર પાણી ભરેલી સાંકડી લાંબી નળી ઉંધી પાડી હોય તો પીપની બાજુ ઉપર, પીપના મોટા ઘેરાવા જેવડા ઘેરાવા વાળો અને નળીની ઉંચાઇ જેવડી ઉંચાઇ વાળો પ્રવાહિનો થાંભલો હોય અને પડે એટલું બધું દબાણ પડશે. અને આથી પીપની બાજુઓ ફાટી જશે. આ પ્રમાણે થોડા પ્રવાહિથી ઘણા પ્રવાહિ જેટલું દબાણ વડે એવી ખો

ટી જણાતી વાત પારકુલ નામના વિદ્વાને ખોળી કાઢી છે. એથી એ પ્રયોગને પીરકુલનો ખોટો જણાતો પ્રયોગ એમ કહે છે. ઉપર ચોટીઆ જોનારને એમ લાગે કે પાતળી નળીના પાણીનું દબાણ એટલું વધારે શી રીતે થાય!

आकृति ८ मी.



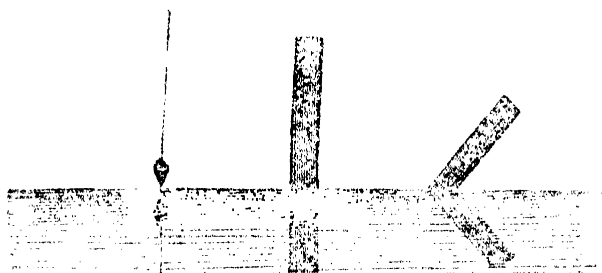
प्रवाहि पदार्थनी सपाटी हमेशक्षितिजसमसूत्रहोयछे:- પ્રવાહિ પદાર્થ સંબંધી બીજો એક નિયમ ધ્યાનમાં રાખવા જેવો છે. તે એકે પ્રવાહિ પદાર્થની સપાટી હમેશાં ક્ષિતિજની સાથે સમસૂત્ર

હોય છે. એટલે કે તે સાફ સપાટ ઉંચાનીચી વગરની હોય છે. કારણ તેના રજકણ એક બીજાની આજુબાજુ ખસી જાય એવાં હોવાથી તેમની સપાટી ઉપર કોઇ જગાએ ઉંચુ અગર નીચુ રહેતું નથી. જ્યાં ઉંચુ હોય ત્યાંથી તેના રજકણો ખશીને નીચે આવે છે અને જ્યાં નીચાણ હોય છે ત્યાં ઉંચાંણમાંથી આવીને રજકણો ભરાય છે.

પ્રવાહિની સપાટી ઉપર જો ઓળંબો મૂકીએ તો તેની સપાટી ઉપર લંબ દોર્યો હોય નહિ તેમ લાગે છે. મતલબ કે તે ઓળંબો સપાટી સાથે કાટખુણે કરે છે. સપાટી ઉપર લંબ, એનો અર્થ અગાડીના પ્રયોગથી સમજાશે.

એક વાસણમાં પાણી ભરીને તેના ઉપર એક લાકડી વાંકી

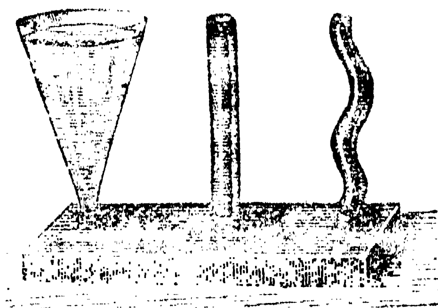
आकृति ९ मी.



ધરવી, એટલે તેનું પ્રતિબિંબ વાંકુ પડશે; અને જો ઉભી ધરીશું તો તે નીચે પાણીમાં ઉભી માલમ પડશે અને લાકડી ને તેનું પ્રતિબિંબ એક સીધી લીટીમાં દેખાશે ઉભી લાકડી પ્રમાણે જો ઓળંબો ધરીશું તો તે પણ નીચે સીધો દેખાશે. જ્યારે લાકડી તદન સીધી અને એકજ સાંધી લીટીમાં દેખાય ત્યારે તે સપાટીપર લંબ

છે એમ કહેવાય છે. અથવા લાકડી સપાટીની સાથે કાટખુણે કરે છે એમ કહેવાય.

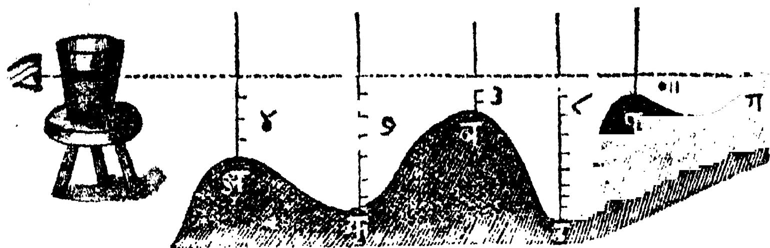
आकृति १० मी.



प्रवाहि हमेश सरखी सपाटी करे छेः—આ આકૃતિમાં નીચેના વાસણને જૂદા જૂદા ઘાટની નળીઓની કીધી છે, એ વાસણમાં તમે જો ઉપરની નળીઓમાં આવે એટલું પાણી નાંખો તો તમને ખબર પડે કે તે નળીઓ ગમે તેવા ઘાટની પાતળી, વાંકીચુંકી, પહોળી, ગમે તેવી હોય તોપણ તે બધીમાં પાણી સરખું ઊંચું આવશે, એટલે પ્રવાહિ સરખી સપાટી કરે છે, અને તે ક્ષીતીજ સમસૂત્ર હોય છે.

પાછવાડીના પ્રયોગમાં સરખી સપાટી વિશે કહ્યું એ બાબત પર જરા વધારે કહેવું જરૂરનું છે. એક પહોળા મોંના કાચના પ્યાલામાં પાણી ભરીને પાણીની સપાટી બરાબર આપણી નજર રાખીને પછી બીજી બાજુ તરફ જોઇએ તો સામેનો પદાર્થ પાણીની સપાટીથી કેટલો ઉંચો છે એ સહેજ જણાય છે, એ ઉપરથી એક જમીન કરતાં બીજી જમીન કેટલી ઉંચી છે તે સહેજ માપી શકાય છે. નીચેની આકૃતિમાં તેમ સપાટી બરોબર આંખ રાખીને જોયું છે.

आकृति ११ मी.



એ જે જે જગાની ઊંચાઈ આપણે માપવી હોય તે તે જગાએ લાકડીઓ ઉભી રખાવવી. એ લાકડીઓ નીચલે છેડેથી એકપર એક એમ ફુટના આંકડા દૂરથી વંચાય એવા લખાવવા. પછી સહેજજ જણાય કે અમુક લાકડી તમારાના પાણીની સપાટીથી આટલી નીચી છે.

पाणीनी बीजा पदार्थने उचकवानी शक्तिः—જાતે પાણી એ જડ પદાર્થ છે. તે તમને કહેવાની જરૂર નથી. કેમકે તમે એ જાણો છોજ. ઘરમાં પાણીઆરામાં પાણી ગાગરમાં ભર્યું હોય, તો તે એમને એમ પડી રહેછે; એ કોઇને ખબર નથી? પણ એનાં બીજા ગુણ બતાવવાને હું થોડા પ્રયોગ કરી બતાવું છું.

તમારી અગાડી આ પાણીથી ભરેલું મોટું વાસણ છે. તેમાં હું આ ગાગર જેવું નાનું ખાલી વાસણ મૂકું છું. જુઓ, તે તરેછે, પણ એનો નીચેનો થોડો ભાગ પાણીમાં ડૂબેલો છે. ગાગરનો જેટલો ભાગ પાણીમાં ડૂબ્યો છે તેટલું પાણી ગાગરના ભારને લીધે આજુબાજુ ખશી ગયું છે એમ કહેવું જોઇએ. હવે થોડે થોડે આ ગાગરમાં નાના પથરા ભરીને જોયું, જેમ જેમ હું વધારે વધારે કાં-

કસ નાંખીને ગાગરનું વજન વધારૂં છું તેમ તેમ આ ગાગર પાણીમાં વધારે વધારે ડૂબતી જાય છે. અને તેથી વધારે વધારે પાણી આઘુ ખશી જાય છે. આ પાણીમાં જે વખતે ગાગર નહોતી તે વખતે જે જગાએ હાલ ગાગર છે તે જગાએ ખશી ગયું તે પાણી હતું. એ પાણીના પોતાના ભારનું નીચેના પાણીપર દબાણ થતું હતું. અને નીચેનું પાણી ઉપરના એ પાણીને ઉચકી રાખતુ હતું. આવા પરસ્પરના બળવડે એ પાણી તે જગાએ સ્થિર રહ્યું હતું. હવે ઉપરના પાણીની જગાએ ગાગર આવી. ભારે પાણીની પેઠે તે નીચેના પાણી પર દબાણ કરે, ને નીચેનું પાણી જેમ ઉપરના પાણીને ઉચકતું હતું તેમ તે ગાગરને ઉચકે એમ થયું. નીચેના પાણીનું ઉચકવાનું જોર વધારે હોય ત્યારે ગાગર તરે, અને ગાગરનું તોલ વધે તેમ તેમ વધારે વધારે ડૂબતી જાય. બે જોર સરખાં હોય તો ગાગર ઉંચે પણ ન જાય અને ડૂબે પણ નહિ, એટલે ત્યાં ને ત્યાં વર્યા કરે.

પદાર્થ જ્યારે પાણીમાં તરે છે ત્યારે નીચેના પાણીએ એને 'ઉચકી રાખ્યો હોયછે; અને તરનાર પદાર્થનો જેટલો ભાગ પાણીમાં 'ડૂબ્યો હોય છે તેટલું પાણી તેજ જગાએથી ખશી ગયું હોયછે. આમ થાયછે ત્યારે એ ખશી ગયેલા પાણીનું વજન પદાર્થના વજન જેટલુંજ થવું જોઇએ. કારણ નીચેના પાણીનું ઉપરની તરફનું દબાણ જેટલું તરતા પદાર્થ ઉપર હોયછે તેટલુંજ પહેલાં જે પાણી હતુ તેના ઉપર પણ હતું. બંને વખત (એટલે પાણી હતુ ત્યારે, અને બીજો પદાર્થ તરતો હોય ત્યારે) નીચેના પાણીપર ઉપરના પાણીનું નીચલી તરફનું દબાણ, અને ઉપરના પાણીપર નીચલા પાણીનું ઉપરની તરફનું દબાણ (એટલે ઉચકવાનું જોર) સરખુંજ હોયછે. ટુંકામાં બંને

વખત ઉપરના ભારથી સમતોલન એટલે ડૂબે નહિ અને ઉપર પણ ન આવી જાય એવું બન્યું હતું.

હવે આજ મોટા વાસણમાં હું પથરો નાંખું છું. જુઓ એ તરતો નથી. આ ચાલ્યો! તળીએ જઇને બેઠો! વાસણના પાણીએ એને બિચારાને કેમ ઉચક્યો નહિ વારૂ? આ પ્રશ્નનો જવાબ હું પથરાને પૂછું! હસો નહિ હું ખરૂં કહું છું! તમને પથરોજ પોતે ડૂબ્યો તેનું કારણ કહેશે! ચાલો, તમે આમ આવો! બધા નહિ, તમારામાંનો એક. ઠીક તમે પથરાને બિચારાને બહાર કાઢો? કાઢયો?! ઘણું પુણ્યનું કામ કર્યું! વારૂ, એ પથરાને તમારા એક હાથમાં ઉચકો. હવે પાણીમાં નીચે ડૂબાવીને ઉચકો. કેમ કાંઇ ફેર જણાયો? હેં, શું કહો છો! હલકો લાગે છે?! બરોબર હલકો કેમ લાગેછે? પાણીની નીચે રાખીને ઉચક્યો માટે પાણીનું ઉચકવાનું જોર તમારી મદદે આવ્યું. તેણે કેટલોક ભાર પોતે ઉચકી લીધો. પણ એ ઉચકવાનું જોર પથરાના વજન કરતાં ઓછું હોવાથી તેનું વજન ઘટયું, એટલુંજ થયું, પણ એ તર્યો નહિ. પથરો જ્યારે પાણીમાં ગયો ત્યારે એના આકાર જેટલું પાણી ખશી ગયું. આ ખશી ગયેલા પાણીના વજન જેટલાજ જોરથી નીચેનું પાણી પથરાને ઉચકે. કારણ પથરાની જગાએ જે પાણી હતું તે પાણીને નીચેનું પાણી એના વજન જેટલા ઉપરની તરફના દબાણથી ઉચકતું હતું. અને એથીજ એનું સમતોલન થઇને પાણી ત્યાં સ્થિર થયું હતું. હમણાં થયું એટલુંજ કે પાણી ગયું અને તેની જગાએ પથરો આવ્યો. ઉપરના બે પ્રયોગથી આપણે જે શીખ્યા તે નીચે લખું છું. તે ઉપર તમારે લક્ષ રાખવું.

पदार्थ तरवा संबंधी नियमो.

૧. પદાર્થના આકાર જેટલા પાણીનું વજન, જો પદાર્થના વજન કરતાં વધારે હોય તો તે પદાર્થ પાણીમાં તરે છે, અને તેના વજન જેટલું પાણી આજુબાજુ ખસી જાય છે.

૨. પદાર્થના આકાર જેટલા પાણીનું વજન પદાર્થના વજન કરતાં જો કમી હોય તો પદાર્થ પાણીમાં બૂડે છે, અને તેના આકાર જેટલું પાણી બાજુપર ખસી જાય છે. આ ખસી ગયેલા પાણીનું (પદાર્થના આકાર જેટલા પાણીનું) વજન જેટલું હોય, તેટલું પેલા બૂડેલા પદાર્થનું વજન ઓછું થાય છે. દાખલા તરીકે ધારો કે પથરાનું વજન પાંચ શેર હોય, અને પથરાના આકાર જેટલું પાણી બાજુપર ખશી ગયું તે પાણીનું વજન ત્રણ શેર હોય તો પથરાનું વજન ત્રણ શેર ઓછું થાય. એટલે પથરો માત્ર બે શેર ભારે હોય એમ લાગે. બાકીનો ભાર પાણીની ઉચકવાની શક્તિથી ઓછો થઇ જાય.

૩. જો પદાર્થના આકાર જેટલા પાણીનું વજન પદાર્થ જેટલુંજ હોય તો પદાર્થ પાણીપર તરે નહિ અને પાણીમાં બૂડે એ નહિ. આવો પદાર્થ પાણીમાં ગમે તે ઠેકાણે રહી શકે.

बीजा प्रवाहिओनी उचकवानी शक्तिः—બીજા પદાર્થને ઉચકવાની શક્તિ જેમ પાણીમાં છે તેમ બીજા પ્રવાહિમાં પણ છે. પણ દરેક પ્રવાહિમાં સરખી નથી. પ્રવાહિની જાડાઇના પ્રમાણમાં ઓછી વત્તી હોય છે. આપણે એક સોનાનો ગોળો લઇને તેને તેલ, મધ, ને પારો, એમાં અનુક્રમે નાંખીએ તો તે ગોળાના આકાર જેટલું તેલ, મધ, ને પારો ખશી જશે. હવે ખશી ગયેલા

તેલનું વજન, ખશી ગયેલા મધના વજન કરતાં ઓછું થશે; તેથી તેલની ઉચકવાની શક્તિ પણ ઓછી. પણ તેટલાજ તેલના કરતાં તેટલોજ પારો ઘણોજ ભારે, તેથી પારાની ઉચકવાની શક્તિ વધારે. જો તમે એક તાંબાનો પૈસો લઇને તેલમાં નાંખો તો તે તરત ડુબે. તેલ કરતાં પાણીની જાડાઇ વધારે હોય છે, તેનાં કરતાં મધની, ને તેના કરનાં પારાની વધારે હોય છે. આ પ્રમાણે ઉપર કહેલા ત્રણે નિયમો પ્રવાહિ માત્રને લાગુ પડે છે.

લોઢાનો એક કડકો લઇને તેને પાણીમાં નાંખે તો તે બૂડશે, કેમકે પાણી કરતાં લોઢું જાડું, એટલે સરખા કદમાં ભારે છે. પણ તેજ કડકો પારામાં નાંખો તો તે બૂડશે નહિ. પારા કરતાં સરખા કદમાં લોઢું હલકું છે. માટે એમ બને છે. આ ગુણ ઉપરથી પદાર્થની જાડાઇ કેમ કઢાય છે તે હું તમને કહુંછું.

પદાર્થ જાડાઈ ઘટત્વ શોધવાની રીતઃ—એક પવાલું ભરીને પાણી લઇએ, અને તેજ પવાલું ભરીને મધ લઇએ; અને બન્નેને જોખીએ, તો પાણી કરતાં મધ સુમારે દોઢ ગણું ભારે થશે. અર્થાત્ પાણી કરતાં મધ સરખા કદમાં સુમારે દોઢગણું વધારે જાડું છે. એક પવાલું ભરેલા પારાનું વજન સુમારે તેવાં સાડાતેર પવાલાં ભરેલા પાણી જેટલું થશે. આ પ્રમાણે બધા પ્રવાહિઓની જાડાઇ કઢાય. પરંતુ એક પથરો આપીને કોઇ કહેશે કે આની જાડાઇ કાઢો, તો શું કરીએ? પ્રવાહિની પેઠે કાંઇ પથરો પવાલામાં ભરાય નહિ. પવાલું ભરીને પથરો લો, એમ કાંઇ કહેવાય? પણ આપણે હમણાં કરેલા પ્રયોગ ઉપરથી આપણને માલમ પડયું છે કે જો પથરાને પાણીમાં નાંખીએ છીએ તો પથરાના આકાર જેટલું પા-

ણી આજુબાજુ ખશી જાય છે, અને તે પાણીના વજન જેટલું પથરાનું વજન ઘટે છે. હવે પથરાનું જેટલું વજન ઘટે છે તેટલું તે ખશેલા પાણીનું વજન હોય છે એમ થયું, એ ઉપરથી કોઇ પણ પથરો પાણીથી કેટલો જાડાઇ વાળો છે. તે જાણવું હોય તો સહેજ જણાય. પથરાને તોળીએ, અને પછી તેજ પથરાને પાણીમાં તોળીએ અને વજનમાં જેટલી ઘટ પડે તે ઘટ વડે તે વજનને ભાગીએ અને જે આવે તેટલા ગણો જાડો. પાણીની જોડે સરખાવીને પદાર્થની જે જાડાઇ ખોળી કઢાય છે તેને "વિશિષ્ટ ગુરૂત્વ" એવું ખાસ નામ આપ્યું છે. સોનાનું વિશિષ્ટ ગુરૂત્વ ૧૯ા છે, એનો અર્થ એવોજ કે સોનાના કદ જેટલું પાણી લઇએ, તો તે પાણીના વજન કરતાં સોનાનું વજન ૧૯ા સવા ઓગણીસ ગણું વધારે થાય. ૧૯ા તોલા સોનાને જો પાણીમાં તોળીએ તો એક તોલો ઘટે, અને એનું વજન ૧૮ા તોલા થાય.

પદાર્થનું વિશિષ્ટ ગુરૂત્વ ખોળી કાઢવાની યુક્તિ સુમારે બે હજાર વરસ ઉપર યુનાન દેશના આર્કિમિડીસ નામના વિદ્વાનને માલમ પડી હતી.

आर्किमिडीसे शोधेलुं पदार्थनुं विशिष्ट गुरुत्व—યુનાન દેશમાં સુમારે બે હજાર વરસ ઉપર હાઇરો નામનો રાજા હતો. તેના દરબારમાં ઘણા વિદ્વાનોને આશ્રય મળતો હતો. એક વખત રાજાએ પોતાને સારૂ સોનાનો સુંદર મુગટ કરાવ્યો. કાંઇ કારણપરથી રાજાને શક ગયો કે સોનીએ ચોરી કરીને સોનામાં ભેગ કર્યો છે, મુગટ ભાગ્યા શિવાય એ વાતનો નિશ્ચય શી રીતે કરાય એ ફિકરમાં રાજા હતો, તેવામાં તેને યાદ આવ્યું કે આર્કિમિડીસ નામના વિદ્વાનને

પૂછ્યું. પછી તેણે તેને બોલાવીને બધી વાત કહી. આર્કિમિડીસે ખુબ વિચાર કર્યો પણ તેને કાંઈ સૂઝે નહિ. એક દિવસ તે પંડિત નહાવાને માટે નગ્ન થઇને પાણીના છલોછલ ભરેલા વાસણમાં બેઠો. બેસતાં બેસતાં એને જણાયું કે એના આકાર જેટલું પાણી વાસણની બહાર વહી ગયું, અને એનું શરીર પાણીને ખસેડતું હોય એવું એને લાગ્યું. આ બે વાત જણાઈ એટલે તેને સોનીની લુચ્ચાઇ પકડવાની રીત સૂઝી. આ વખત એને એટલો તો હર્ષ થયો કે પોતે ભાન પણ ભૂલી ગયો, અને "સૂઝી—સૂઝી" આમ બોલતો નાગો નાગોજ બહાર આવ્યો. પછીથી ચિત્ત ઠેકાણે આવ્યું એટલે ઘેર જઈને અને એક ચોખ્ખા સોનાનો કડકો લઇને તે પાણી કરતાં કેટલા વિશિષ્ટ ગુરૂત્વવાળો છે એ જોયુ. એનું વજન પાણીમાં જોખતાં ૧⁄૧૯ ઓછું થયું. પછી એણે એવી કલ્પના કરી કે જો રાજાનો મુગટ શુદ્ધ સોનાનો હોય તો એ પણ તોલમાં ૧⁄૧૯ ઓછો થાય, જોખતાં મુગટનું વિશિષ્ટ ગુરૂત્વ સવાઓગણીશ ન થયું, પણ કમી થયું, આ ઉપરથી એણે નક્કી કર્યું કે મુગટ ચોખ્ખા સોનાનો નથી, પણ રૂપા જેવી બીજી હલકી ધાતુના ભેગવાળો છે, પછી પેલા સોનીની લુચ્ચાઇ ઉઘાડી પડી; અને રાજાએ આર્કિમિડીસને ઘણું ઇનામ આપ્યું.

કેશાકર્ષણ:—પ્રવાહિ પદાર્થના સંબંધમાં હવે એક વાત કહેવાની બાકી રહી છે. તે કેશાકર્ષણ છે. પ્રવાહિ પદાર્થ સરખી સપાટી રાખે છે એવું આપણે કહી ગયા. આપણે તે વખત પ્રયોગ કર્યો હતો. તેમાં પણ દરેક નળીમાં પાણી સરખું ઉચું ચડ્યું હતું. પરંતુ તેજ નળીઓમાં જો એકાદ નળીનો વેહ વાળ જેવો ઝીણો હોત તો તેમાં પાણી બીજી નળીઓના પાણીની સપાટીઓ કરતાં ઘણું ઉંચુ

ચડત, જે શક્તિને લીધે આમ થાય છે તેને કેશાકર્ષણ કહે છે. કેશાકર્ષણ શક્તિ આ પ્રમાણે "પ્રવાહિ સરખી સપાટી કરે છે" એ નિયમને અપવાદ જેવી છે.

એક ધોયેલા ધોતીયાની ધડીવાળીને તેને પાણીના વાસણ પાસે એવી રીતે મૂકવીએ કે તેનો એક છેડો વાસણમાંના પાણીને અડે, તો પાણી ધીરે ધીરે પોતાની સપાટી ઉપરથી ધોતીયાપર ચડશે, અને બધું ધોતીયું લદબદ કરી મૂકશે. આમ કેશાકર્ષણને લીધે થાયછે. અને ધોતોયું જો પહેલાં તેલમાં બોળ્યું હોય તો પાણી ઉપર ન ચડે. પાણીથી બીજા પદાર્થ પલળે છે, પણ તેલવાળા પદાર્થ નથી પલળતા. તેલવાળું ધોતીયું જો તેલમાં પડ્યું હોત તો તેલ ઉંચુ ચડત.

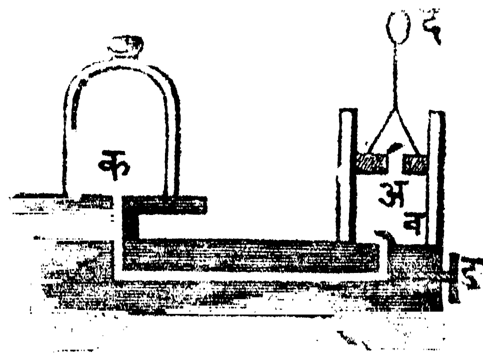
પારામાં લોઢું નાંખીએ તો તે ભીંજે નહિ, પણ સોનાની વીંટી બોળીએ તો પારો સોનાની વીંટીપર ચડી જાય.

આ પ્રયોગથી આપણે શું જાણ્યું? કેશાકર્ષણને લીધે પાણી પોતાની સપાટી છોડીને ઉંચુ ચડે છે. અને દીવામાં પણ એમજ થાય છે. તેલપોતાનીસપાટીથી દિવેટને રસ્તે ઉંચુ ચડેછે અને સળગે છે. આ બધું કેશાકર્ષણને લીધે થાયછે.

વાયુરુપ પદાર્થના ધર્મ.

વાયુરુપ પદાર્થના રજકણનું પ્રતિસારકપણું:—સઘળા વાયુરૂપી પદાર્થનાં રજકણમાં એક બીજાથી દૂર જવાની શક્તિ હોય છે. એને લીધે એનાં રજકણો ઘટ્ટ અથવા પ્રવાહિ પદાર્થની પેઠે એકઠાં રહેતાં નથી, પણ ઉલટાં જેટલી જગા મળે તેટલાં ફેલાય છે.

आकृति १२ मी.



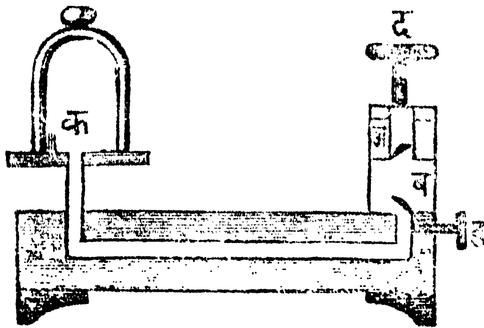
वायुशोपकयंत्रः—આ યંત્રની મદદવડે વાસણમાંથી જોઈએ તેટલો વાયુ બહાર કાઢી નંખાય છે. એક ધાતુના નળામાં ઉંચો નીચો થઇ શકે એવો (द) દટો હોય છે. દટ્ટામાં એક (अ) ઉપલી તરફ ઉઘડે એવું રેશમનું ઢાંકણું હોય છે એનાજ જેવું ઉપલી તરફ ઉઘડનારૂં બીજું ઢાંકણું નળાને તળીએ હોય છે. क અગાડીથી તે ब સુધી એક ઝીણી નળીવડે એનો સંબંધ હોય છે. આવા યંત્રને વાયુશોષકયંત્ર કહે છે. આથી પણ જૂદી જૂદી જાતનાં અને વધારે સુગમતા ભરેલાં યંત્ર બનાવવામાં આવ્યાં છે. સાધારણ પ્રયોગ કરવામાં ટેટનું બનાવેલું યંત્ર બહુ સારૂં ઉપયોગનું છે.

હવે આ યંત્રવડે હવા શી રીતે નીકળી જાય છે અને એ યંત્ર શી રીતે વપરાય છે તે હું તમને કહું.

ધારો કે આપણે (क) જગાપરના કાચના વાસણમાંથી હવા કાઢી નાંખવી છે. એ કાચનું વાસણ (क) જગા આગાડી મી-

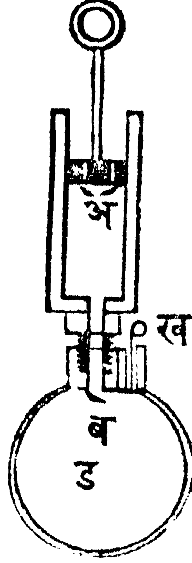
ણુ અથવા ચરબીથી એવું મજબૂત બેસાડું છું, કે જેમાંથી હવા જઈ શકે નહિ. કેમકે હવા પાતળી હોય છે તેથી લગીર પણ ફાટ હોય તો તેમાંથી જઇ શકે છે પછીથી (द) દટ્ટાને નીચે લાવું છું દટો નીચે આવ્યો એટલે (अ) ને (ब) ની વચે જે હવા હતી તે હવાના જોરથી (अ) ઢાંકણું ઉઘડી ગયું અને હવા બહાર નીકળી ગઇ. હવે હું દટ્ટાને ઉંચો કરૂં છું (अ) ઢાંકણું બહારની હવાના જોરથી મજબુત દેવાઇ ગયું, કેમકે તે તો ઉપરની તરફજ ઉઘડે છે. બહારની હવા અંદર આવે તો એ હવાના ભારથી દેવાઇ જાય છે. હવે (र) અને (अ) ની વચ્ચે ખાલી જગા થઇ તેથી (क) આગાડીના વાસણુની હવા તે જગાએ પ્રસરવા આવી એ હવાના જોરથી (म) ઢાંકણું ઉપલી તરફ ઉઘડયું અને હવા ત્યાં ભરાઇ ગઇ. હવે જુઓ, હું આ દટો પાછો નીચો દબાવું છું તો શું થાય છે? પહેલાં થતું તેમજ નળામાંની હવા પાછી (ब) આગાડીની જઇ શકે નહિ કેમકે એ ઢાંકણું તો એજ હવાના દબાણથી મજબુત બંધ થઇ ગયું છે. ત્યારે હવા દબાઈ તે જાય ક્યાં? પાછું પેલું ઉપરનું (अ) ઢાંકણું ઉઘડે છે અને હવા બહાર જતી રહે છે. આ પ્રમાણે દરેક વખત (क) આગાડીના વાસણુમાંથી હવા થોડી થોડી ઓછી થતી જાય છે. દરવખતે જે હવા બાકી રહે છે તે પોતાના પ્રતિસારકપણાને લીધે બધા વાસણુમાં ફેલાય છે.

आकृति १३ मी.



આ પ્રમાણે તેમાંથી બધી હવા નીકળી જાય છે ખરૂં જોતાં બધી હવા નીકળી જતી નથી. પણ અંદર રહેલી હવા એટલી તો થોડી હોય છે કે તદ્દન નીકળી ગઈ કહીએ તો કાંઇ ખોટું ન કહેવાય. વાયુશોષકયંત્રના (क) કાણામાં સ્ક્રૂના જેવા આંકા હોય છે, કેમકે વખતે ઉપર મૂકાય નહિ એવા વાસણમાંથી હવા કાઢી નાંખવી હોય, અથવા તો હવા કાઢી નાંખીને એ ખાલી વાસણને દૂર લઇ જવું હોય તો તેવા વખતે તે કામ લાગે છે જે વાસણમાંથી હવા કાઢી નાંખવી હોય તે વાસણને એક તોટી બહાર નીકળેલી હોય છે ને તેને પણ સ્ક્રૂ જેવા આંકા હોય છે, તે સ્ક્રૂ એ કાણામાં બેસાડે છે. હવા કાઢી નાંખ્યા પછી એ તોટીમાં પાણી ભરવાના બંબાની ચકલીના જેવી ચકલી હોય છે. તે બંધ કરે છે. પછી પેલા વાસણને ત્યાંથી સ્ક્રૂ ફેરવીને ઉપાડી લે છે. પેલી ચકલી બંધ કરેલી હોય છે, તેથી બહારની હવા તેમાં જઇ શકતી નથી.

आकृति १४ मी.

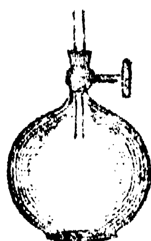


वायुपूरकयंत्रः—જેમ વાસણમાંથી હવાને કાઢી નાંખવી પડે છે તેમ કોઈ વખત વાસણમાં હોય તેથી વધારે હવાને ભરવી પડે એ કામ માટે જે યંત્ર હોય છે તેને વાયુ પૂરકયંત્ર કહે છે તેમાં ને વાયુ શોષકમાં તફાવત માત્ર અંદરના ઢાંકણાનો વાયુ શોષકયંત્રના ઢાંકણાની પેઠે બહાર ન ઉઘડતાં અંદર ઉઘડે છે. અને દરેક વેળા-એ વધારે વધારે હવા અંદર જાય છે, તે પાસેની ૧૪ મી આકૃતિપરથી બરાબર સમજાશે,

वायुनुंत्रजनः—વાયુ શોષક અને વાયુપૂરક એ બે યંત્રનું વર્ણન કર્યું, તે ઉપરથી તમારા સમજવામાં આવ્યુંજ હશે કે પહેલા યંત્રમાંથી અમુક વાસણમાંથી વાયુ કાઢી નંખાય છે, અને બીજાથી

વધારે વાયુ ભરાય છે. હવે નીચે લખેલા પ્રયોગ કરી જોશો તો તમને જણાશે કે વાયુને વજન છે.

आकृति १९ मी.



એક વાસણનું મોં ઉઘાડું મૂકીને તેનું વજન કરવું. પછી વાયુશોષકયંત્રવડે તેમાંથી વાયુ કાઢી નાંખી ચકલી બંધ કરીને તેનું વજન કરવું તો તમને વજનમાં ઘટાડો થયો જણાશે.

એક વાસણનું મોં પાછલા પ્રયોગ પ્રમાણે ઉઘાડું રાખીને વજન કરવું. બાદ તેમાં વાયુપૂરક યંત્રવડે ખુબ વાયુ ભરવો ને તેનું વજન કરવું. તો વજનમાં વધારો થયો જણાશે.

बीजा वायुरूपी पदार्थनुं वजनः—આપણી આજુબાજુ જે વાતાવરણ છે તે જૂદી જૂદી જાતના બે વાયુના એકઠા થવાથી બનેલું છે. એ વાયુને ઓક્સિજન ને નૈટ્રોજન કહે છે. આપણે જે પાણી પીએ છીએ તે પણ બે વાયુરૂપી પદાર્થનું મિશ્રણ છે. તેનાં નામ હૈડ્રોજન અને ઓક્સિજન છે. જૂનાં પડતર ટાંકાં, કૂવા અથવા ભોંયરામાં એક જાતનો વાયુરૂપી પદાર્થ બને છે તેને કારબોનિક એસિડ ગ્યાસ કહે છે. આ પદાર્થ આપણે જ્યારે કોયલા કે લાકડાં સળગાવીએ છીએ ત્યારે, દીવો સળગાવીએ છીએ ત્યારે, અને શ્વા-

સ પાછો કાઢીએ છીએ ત્યાર પણ બને છે. રસાયન શાસ્ત્ર શીખશો ત્યારે તમને ઘણા પ્રકારના વાયુની ખબર પડશે. આપણી ભાષામાં આ વાયુને માટે ખાસ નામ ન હોવાને લીધે અમે તેમનાં ઇંગ્રેજી નામ આપ્યાં છે. સઘળા વાયુરૂપ પદાર્થને વજન હોય છે. વાતાવરણ કરતાં હૈડ્રોજન ઘણોજ હલકો છે. નૈટ્રોજન થોડો હલકો છે, ઓક્સિજન લગીર ભારે છે અને કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસ વધારે ભારે છે.

સઘળા વાયુરૂપ પદાર્થમાં "પ્રતિસારણ" ગુણ હોય છે. એનાવડે એમના રજકણો એક બીજાથી દૂર જવાનો પ્રયત્ન કરે છે, અને તેમને ગમે તેવા અને ગમે તેવડા વાસણમાં ભરીએ તોપણ તે વાસણમાં બધે ભરાઇ જાય છે. તમે બીશો નહિ હો, આપણા વાતાવરણનાં રજકણો એક બીજાથી દૂર જઇને આપણે હવા વગર મરી નહિ જઇએ !। જો કે વાયુનાં રજકણોમાં એવો ગુણ છે પરંતુ તેમનાપર પૃથ્વીના ગુરુત્વાકર્ષણનું ખેંચાણ ચાલુજ છે અને તેથીજ તેમનામાં ભાર આવેલો છે. એ આકર્ષણવડે વાતાવરણ પૃથ્વીને ચોંટીને વીંટલાયેલું છે. તે પાતળું થઇને જતું નહિ રહે ! મહાસાગરમાં માછલાં વગેરે જળચર પ્રાણીઓ જેમ રહે છે તેમજ આપણે પણ હવાના મહાસાગરને તળીએ રહીએ છીએ.

વાતાવરણનું દબાણઃ—વાતાવરણને ભારછે તેથી તેનું દબાણ નીચેની બધી વસ્તુઓને લાગે એ ખુલ્લુંજ છે. ઘન પદાર્થમાં સંબંધાકર્ષણ વધારે હોવાથી તેનાં રજકણો આજુબાજુ ખસી શકતાં નથી અને તેથીજ તેનું દબાણ તેની નીચેના પદાર્થ ઉપર થાયછે પરંતુ પ્રવાહિ પદાર્થનાં રજકણો ગમે તે બાજુ જઇ શકે એવાં છે. એટલે તેમના

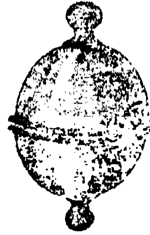
ઉપરના ભારને લીધે તેમનું દબાણ ચોતરફ થાય તેમાં શી નવાઇ ! વાયુરૂપી પદાર્થના રજકણુમાં પ્રતિસારકપણું હોયછે. વળી વાયુરૂપી પદાર્થને **संकोच्यप्रवाहि** એવું નામ આપેલું છે, કેમકે એમને જેટલા દબાવીએ તેટલા તેઓ સંકોચાઇને દબાયછે. એવા પદાર્થો પોતે દબાય છે એટલુંજ નહિ, પણ જેટલા જોરથી તેમને દાબીએ છીએ તેટલાજ જોરથી તેઓ પોતાની અંદરના અને આજુબાજુના પદાર્થોને સઘળી દિશામાં દબાણ કરેછે. પૃથ્વીની આજુબાજુ જે વાતાવરણ છે તેનાં નીચેનાં પડો ઉપરનાં પડોના દબાણને લીધે વધારે દબાયેલાં હોયછે, અને તેથી તેઓ બીજા પદાર્થોને વધારે દબાણ કરેછે, જેમ જેમ ઉપર જતા જઇએ તેમ તેમ પડો ઉપર, ઉપરનાં બીજાં પડોનો ભાર કમી થવાથી દબાણ ઓછું થાયછે, અને તેથી તેઓ પણ બીજા પદાર્થપર ઓછું દબાણ કરે છે.

આ એક વગર સાંધાની રબ્બરની થેલી છે. હું તેને વાયુશોષક-યંત્રની ઉપર વાસણની નીચે મૂકું છું. વાસણમાંથી વાયુ કાઢી નાખું છું. જોયું ! જેમ જેમ વાયુ ઓછો થાયછે તેમ તેમ આ થેલી ફુલતી જાય છે ! જ્યારે વાસણમાંથી વાયુ બહાર કાઢયો નહોતો ત્યારે થેલી ચોંટી ગયેલી હતી અને હવે ફૂલે છે કેમ ? એનું કારણ એમ છે કે જ્યાં સુધી વાસણમાં વાયુ હતો ત્યાં સુધી થેલી ઉપર તેનું દબાણ હતું. જેમ જેમ વાયુ ઓછો થતો ગયો તેમ તેમ થેલીની અંદરના વાયુનાં રજકણો પોતાના પ્રતિસારક ગુણને લીધે એક બીજાથી દૂર જવાનો પ્રયત્ન કરેછે. અને તેથી ફૂલે છે. હવે વાયુશોષક યંત્રની પવન આવવા દેવાની ચીરકી ફેરવીને વાસણમાં પાછો પવન આવવા

દઉં છું. જુઓ, થેલી કેમ બેશી જવા માંડી? થયું! પાછી હતી તેવી ચપટી થઈ ગઇ!

ઉપલા પ્રયોગથી તમે જોયું તેમ થેલીની પેઠે સઘળી વસ્તુઓ-પર વાતાવરણનું દબાણુ પડે છે. પણ આપણે વાતાવરણને દેખી શકતા નથી અને આપણને તેનું દબાણુ પણ લાગતું નથી. ત્યારે એ દબાણછે એમ કેમ મનાય? હું તમને પ્રયોગ કરીને બતાવું. વાયુશોષક યંત્ર ઉપર એક કાચનું નળા જેવું વાળણુ મૂકીને તેના ઉપર એક રબ્બરનો કટકો બાંધી દઉં છું. હમણાં રબ્બર કેવું સપાટ બંધાયું છે? હવે હું વાયુ કાઢી નાખુંછું. જુઓ! જેમ જેમ વાયુ ઓછો થાયછે તેમ તેમ રબ્બર નીચલી તરફ ફૂલતું જાયછે! જો હું વધારે વાયુ કાઢી લઉં, તો એ રબ્બર વખતે ફાટીએ જાય! હવે એજ નળા ઉપર તમે તમારો હાથ દબાવો! જો જો, હવા આવવા ન દેવી. હવે હું વાયુ કાઢી નાંખું છું. કેમ! શું, ભાર લાગે છે?! હવે તમારો હાથ ઉપાડો. હા. ખરી વાત, એ બધો ભાર વાતાવરણનો છે. હવે આ બે અરધા ગોળ જેને ઇંગ્રેજીમાં "માગ્ડિબર્ગના અર્ધગોળ" કહેછે તેમાંથી આપણે વાયુ કાઢી લઇએ. જોયું, હવે એ ગોળા ઉપડતા નથી! આ પ્રમાણે બતાવાય કે વાતાવરણનું દબાણ ઉપર, નીચે, આજુબાજુ, એમ સઘળી દિશામાં લાગે છે,

आकृति १६ मी.

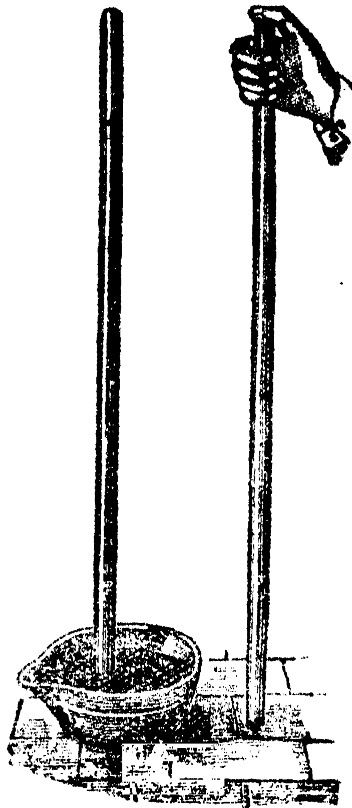


वातावरणनुं दबाण समतोलनपणाने लीधे लागतुं नथीः—ઉપરના પ્રયોગમાં આપણે જોયું કે જ્યારે આપણે આપણા હાથ નીચેથી હવા કાઢી નાંખી ત્યારે ઉપરની હવાનો ભાર આપણા હાથને જણાયો, પણ ત્યાંસુધી જણાતો નહોતો એનું કારણ એ કે ઉપર અને નીચેના દબાણનું સમતોલન થયું હતું. આપણી આજુબાજુ બધી દિશામાં વાતાવરણ છે, તેમજ આપણા શરીરમાં પણ વાયુ છે. તેથી ચારે તરફથી સરખો ભાર આવીને તેનું સમતોલન થાયછે; અને તેથીજ આપણને ભાર લાગતો નથી. જો આપણા શરીરમાં વાયુ ન હોત તો આપણે પેલી રબ્બરની થેલીની પેઠે કચરાઇને ચપટા થઇ ગયા હોત !

હજામ લોકો અથવા વાઘરીઓ રૂમડી મૂકે છે તે તમે જોઇ હશે, એને કેટલાક શિંગડી કહે છે. પેટમાં દુખે કે એવું થાય ત્યારે ડાક્તરો પણ વખતે એવીજ ક્રિયા કરે છે. તેને વહેતુર કહે છે. રૂમડી મૂકનાર રૂમડીને પેટપર મૂકીને પછી તેમાંથી પવન ચુશી લે છે; અને ખૂબ ચૂસ્યાપછી તેનું કાણું બંધ કરી દે છે. ડાક્તરો એક

નાના કાચના ગ્લાસમાં રૂના પુમડાવડે "દારૂનો તેજાબ" ચોપડીને તેને સળગાવે છે. તમારે પ્રયોગ કરવો હોય તો કોલનવોટર નામની સુંઘવાની દવા આવે છે તેનું પુમડું બોળીને પ્યાલામાં ચોપડીને સળગાવશો તો એ સળગશે. અંદર બળતું થવાથી માંહેની હવા પાતળી થઈને પ્યાલો લગભગ હવા વગરનો થઈ જાય છે. પછી એ પ્યાલો પેટપર મૂકે છે. જેમ જેમ અંદરની હવા ટાઢી પડે તેમ કદમાં ઘટે છે, ને કેટલીક જગા ખાલી પડે છે, તેથી અંદર વાતાવરણનું દબાણ નથી હોતું; પણ પ્યાલાની ઉપર દબાણ હોવાના સબબથી પ્યાલો પેટને ચોંટી જાય છે, અને પેટની અંદરનો વાયુ પોતાના પ્રસારક ગુણને લીધે ફુલે છે અને તેથી પેટનો ભાગ પ્યાલામાં ઉપસી આવે છે. તેજ માફક રૂમડીમાં પણ ચુસી લેવાથી હવા ખાલી થાય છે. અને ઉપરનાજ કારણને લીધે તેમાં પણ પેટ ઉપસી આવે છે. બીજી વખતે પેટ કેમ નથી ઉપસી આવતું વારૂ? કેમકે તેનાપર વાતાવરણનું દબાણ છે.

आकृति १७ मी.



भारमात्रकयंत्रः–"बारोमिटर":–આ જુઓ, એક ૩૩ અથવા ૩૪ ઈંચ લાંબી, અને એક છેડેથી બંધ એવી કાચની નળી છે. હું એને ઉભી રાખીને પારાથી ભરૂં છું પછી એના આ ઉઘાડા મોંપર મારો અંગુઠો દબાવીને એને ઉંધી વાળું છું, અને પારો ભરેલા આ વાસણમાં એનું મોં પારા નીચે લઇ જઇને પછી મારો અંગુઠો લઇ લઉં છું. હવે જુઓ કેવી ગમ્મત થાય છે તે! જ્યાં સુધી મારો અંગુઠો મોંપર હતો જ્યાંસુધી આખી નળીમાં પારો

ભરેલો હતો, અને જેવો મેં અંગુઠો લીધો કે પારો નીચે ચાલ્યો? છેક નીચે જતો નથી હો! થોડીવાર ઉંચો નીચો થઇને આ ત્રણ ચાર ઇંચ નીચો ઉતરી ગયો! હવે હું એની ઉંચાઇ માપું છું, તો લગભગ ઓગણત્રીસ ને ત્રીસની વચમાં થાય છે. નળીનો પારો નીચે કેમ ગયો? ત્રણ ચાર ઇંચ નીચે જઇને પછી કેમ અટક્યો? છેક નીચે કેમ ન ગયો? પારાની ઉપર ખાલી થએલી જગામાં શું હશે? આવા આવા સવાલ તમારા મનમાં થાય એ ખુલ્લું છે. હું તમને એના જવાબ દઉં. પારો પોતાના વજનને લીધે નીચે ઉતરે તે ઉઘાડું છે. ને તે પ્રમાણેજ તે નીચે ઉતરવા લાગ્યો પરંતુ એ પારો જ્યારે વાસણમાં ઉતરે ત્યારે વાસણની અંદરના પારાને એને માટે જગા કરવીજ જોઇએ. એને માટે માર્ગ કરતા એ પારો વાસણમાં ઉંચે જાય, કેમકે વાસણ તો કાંઇ પહોળું થાયજ નહિ. પણ ઊંચો થતાં તે વાતાવરણના દબાણની સામી બાજુએ જોર કરવુંજ પડે. આ જોરનું પ્રમાણ નળીની અંદરના પારાની ઉંચાઇપર આધાર રાખે છે. તે જેમ વધારે ઉંચો હશે તેમ નીચેના વાસણના પારાને વધારે જોરથી ઉંચે લઇ જશે. જ્યાંસુધી નળીના પારાની શક્તિ વાતાવરણના દબાણ કરતાં વધારે હોય ત્યાંસુધી તેને ઉંચો ચડાવે ને પોતે નીચે ઉતરે. પણ જ્યાં એ શક્તિ અને વાતાવરણનું દબાણ બરોબર થયું, અને તેનું સમતોલન થયું એટલે તે વાસણની અંદરના પારાને ઊંચો ચડાવી શકશે નહિ અને પોતે નીચે ઉતરી શકશે નહિ પણ તે જગાએજ સ્થિર રહેશે. નળીમાં પારા ઉપરની ખાલી જગામાં કાંઇ નથી એટલે એટલી જગા હવા વગરની ખાલી છે. કાંઇપણ કારણથી વાતાવરણનું વજન વધે અને તેથી તેનું દબાણ વધે તો વાસણની અંદરનો પારો નળીની અંદરના પા-

રાને દાબીને ઉંચો ચડાવે. વજન ઘટે તો તેથી ઉલટું બને: આ પ્રમાણે આ યંત્ર હવાનું દબાણ બતાવે છે માટે એને ભારમાપકયંત્ર કહે છે. ઇટાલી દેશમાં રહેનાર એક ટારસેલી નામના ગૃહસ્થે આયંત્ર પહેલવહેલું શોધી કાઢ્યું, માટે તેની નામના ખાતર નળીની અંદરની ખાલી જગાને "ટારસેલીનો નિર્વાત પ્રદેશ" એવું નામ આપ્યું છે.

आ. १८ मी.

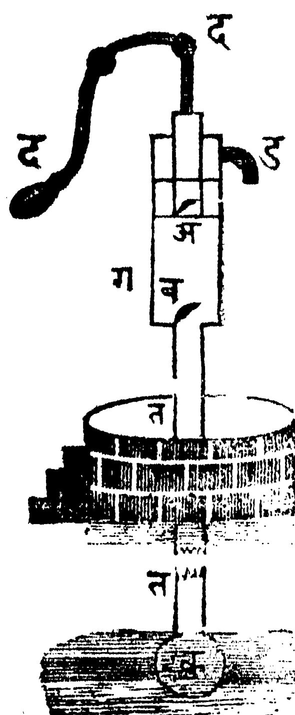


भारमापक यंत्र–वायुगुरुत्व मापक यंत्रनो उपयोग:—ભારમાપક યંત્ર જૂદા જૂદા પ્રકારનાં હોય છે. પણ બધામાં મૂળ ગોઠવણ એકજ જાતની હોય છે. નીચેના વાસણની અંદરના પારાથી નળીનો પારો કેટલો ઉંચો છે તે જાણવાને નળીની નીચે એક પટી ચોડી છે તેના ઉપર ઇંચ, અને દરેક ઇંચના દસ દસ ભાગ પાડ્યા હોય છે, તેથી પારાની ઊંચાઇ જણાય છે. જમીન કિંવા પરવતની ઉંચાઇ માપવાના કામમાં આ યંત્ર વપરાય છે. વાતાવરણમાં જેમ જેમ ઊંચે જઇએ તેમ તેમ વાતાવરણનું દબાણ કમી થતું જાય છે, એકાદા ડુંગરની તળેટીમાં ઉભા રહીને આ યંત્રમાં પારાની ઉંચાઇ માપીએ, અને પછી તેની ટોચ ઉપર જઇને માપીએ તો તો પારો થોડો નીચે ઉતરી ગયેલો માલમ પડશે. આ ઉપરથી જેટલો પારો નીચે ઉતરે તે પ્રમાણે તેની ઉંચાઇ કાઢી શકાય. દરિઆની સપાટીપર પારાની ઉંચાઇ ૩૦ ઈંચ હોય છે અને પારો દર ૯૫ ફીટે ૧/૧૦ ઇંચ નીચો ઉતરે છે.

આ યંત્રને જો એકની એક જગાએ રાખીએ તોપણ એની ઉંચાઇમાં ફેર પડે છે. ગરમી, વિજળી, વરસાદ, પવન, ઇત્યાદિ કારણો વડે વાતાવરણના વજનમાં ને તેથી તેના દબાણમાં વારે વારે ફેરફાર થયા કરે છે, ને તેથી એમ બને છે. ચોમાસામાં વરસાદ આવવાનો હોય છે ત્યારે વાતાવરણનું વજન ઘટી જાય છે. અને તેથી આ યંત્રમાં પારો નીચે ઉતરી જાય છે.

पाणीना बंबाः—ઉપર કહી ગયા કે નળીમાં પારો સુમારે ૨॥ ફીટ ઉંચો ચઢે છે. હવે પાણી પારા કરતાં ૧૩॥ ગણું હલકું છે, તેથી પારાની જગાએ જો પાણી લઇએ તો તે વાતાવરણના દાબને લીધે સુમારે ૩૦ ફીટ ઉચું ચઢે.

आकृति १९ मी.

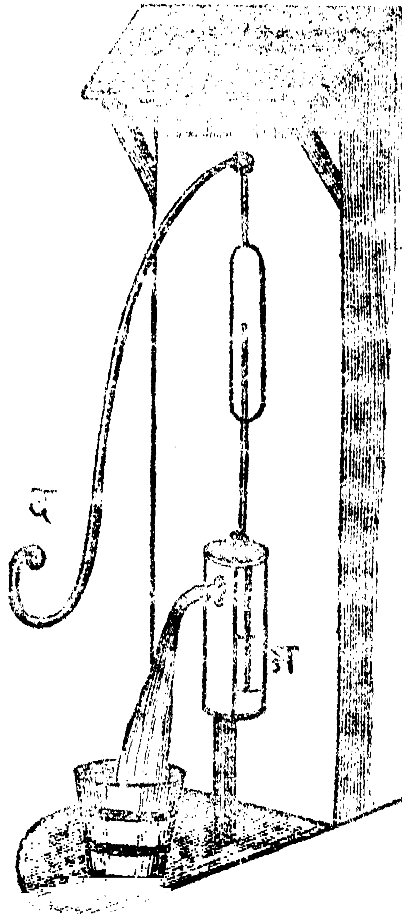


બંબારકે કુવામાંથી પાણી ઉપર કેવી રીતે ચડે છે તે જો-ઇએ. પાસેની આકૃતિમાં જુઓ. આ ચિત્રમાં द, द, એ એક હાડો છે અને જડેલો એક હાડો નળીમાં મજબૂત બેસાડ્યો હોય છે. તેને ઉંચો નીચો કર્યાથી નળામાંનો હાંડો ઉંચો નીચો થાય છે હાંડામાં "अ" એક ઢાંકણું છે ને ઉપરનાં બાજુપર ઉઘડે છે. ને તેજ નળીમાં બીજું "ब" ઢાંકણું છે તે પણ ઉપરનીજ બાજુ તરફ ઉઘડે છે એ "ग" નળીને એક "त" નામની નળી હોય છે. અને તેને છેડે "क" નળી છે. નળીની અંદર બેસાડેલાં છે કે જે વખતે તેમાં થઈને પાણી જાય તે વખતે તેમાં હવા ઇત્યાદિ જાય નહિ. હવે પાણી કેમ ઉંચું ચડે છે જુઓ.

હાડો જેવો ઉંચો થાય તો તેટલી જગા હવા વગરની ખાલી થાય એટલે ત્યાં આવવાને "त" નળીમાંની હવા જોર કરે અને "ब" ઢાંકણું ઉઘાડીને ત્યાં આવે પછી જ્યારે હાંડો નીચો જાય ત્યારે "अ" ઢાંકણું ઉઘાડીને હવા ઉપર જાય. એ પ્રમાણે નળી અને યંત્રની અંદરની બધી હવા જઈને ત્યાં ખાલી જગા થાય છે. આ પ્રમાણે જેમ જેમ નળી ખાલી થતી જાય તેમ તેમ કુવાના પાણી-ના ઉપલા દબાણને લીધે તેમાં પાણી ચડતું જાય છે. નળી ભરાયા પછી પાણી યંત્રમાં જાય છે અને છેવટે "क" રસ્તે પાણી બહાર પડે છે. આ પ્રમાણે ૩૦ અથવા ૩૨ ફીટ ઉંચાઇએ પાણી ચડી શકે છે. માટે "ड" મોઢાની અને પાણીની વચ્ચે એનાથી ઓછું અંતર હોવું જોઇએ. બંબાને જો ઘણા દિવસ વાપરીએ ન-હિ તો તેના હાંડાનો દટ્ટો સૂકાઇ જાય છે અને એમ બને છે એ-ટલે જ્યારે હાંડો ઉંચો જાય ત્યારે તેમાં હવા પણ જઇ શકે છે

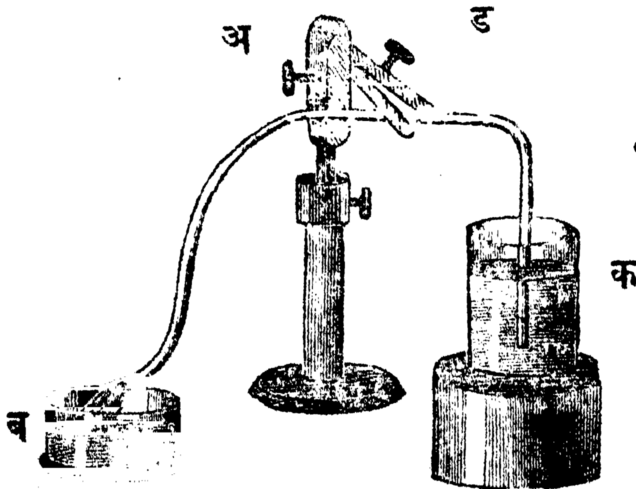
તેથી પાણી ઉંચું ચડી શકતું નથી. આવું બને ત્યારે દટ્ટા ઉપર થોડું પાણી રેડવું જેથી તે મજબૂત બંધ બેસતો થઇ જશે, અને પાણી ઉંચું ચડશે.

આકૃતિ ૨૦ મી.



આ વિષય પૂરો કર્યા પહેલાં હું તમને એક યંત્રની રચના બતાવું છું. ઈંગ્રેજીમાં એને "સાઈફન" કહે છે. પાસેની આકૃતિમાં એ યંત્ર કેવી રીતે કામલાગે છે તે બતાવ્યું છે. क ह अ ब નળી છે. ને તેનો એક છેડો ટુંકો ને બીજો લાંબો છે. પહેલાં એને પાણીથી ભરીને પછી તેને क વાસણમાં ટુંકો અને ब વાસણમાં લાંબો છેડો એમ મૂકેછે. નળીમાંનું પાણી પોતાના ભારથી ब વાસણમાં આવેછે. અને નળીમાંની જગા ખાલી થાયછે તે જગામાં क વાસણમાંનું પાણી વાતાવરણના દબાણથી આવે છે. જેવું તે લાંબા છેડામાં આવ્યું કે પોતાના ભારવડે નીચે પડેછે ને વળી બીજું પાણી આવેછે એ પ્રમાણે જ્યાં સૂધી "क" વાસણમાં પાણી હોયછે ત્યાં સૂધી નળીમાં આવેછે, ને પછી ब વાસણમાં આવેછે. આ પ્રમાણે કોઇપણ વાસણમાંથી ઢળ્યા વગર બીજા વાસણમાં કોઈ પ્રવાહી રેડાયછે.

आकृति २१ मी.



કેરોસાઈન તેલના ડબ્બામાંથી તેલ, અને દારૂનાં પીપમાંથી દારૂ આ રીતે કઢાયછે. આપણા લોકો આ યંત્રના જેવાં રમકડાં બનાવે

છે તે તમે જોયાં હશે. પાટણમાં હાથી બનાવાય છે, જેની સુંઢ પાણી ભરીને પવાલામાં મૂકીએ તો બધું પવાલું ખાલી થઇ જાયછે. તેમજ નાશક અને પુનામાં એક પવાલું બનાવેછે જેમાં કૃષ્ણના બાપ વસુદેવની મૂર્ત્તિ હોય છે. એ મૂર્તિનો પગ પોલો હોય છે અને એના

आकृति २२ मी.



માથાપર એક સુપડામાં કૃષ્ણની મૂર્તિ હોયછે તેનો પગ નીચે લાંબો કરેલો હોયછે પવાલામાં તમે પાણી ભરતા ભરતા જ્યાં કૃષ્ણના પગને અડે ત્યાં સૂધી ભરો કે "સાઇફન" ભરાય, ને તરત જ પાણી બહાર ઢળી જાયછે ને પવાલું ખાલી થાયછે. કંસ રાજાથી બીને કૃષ્ણનો બાપ તેને ગોકુળ મૂકવા ગયો ત્યારે જમના નદીમાં પૂર હોવાથી તે જઇ શક્યો નહિ વાસુદેવ પોતાના દીકરાને ઉંચો કરે તેમ તેમ જમનાનું પાણી ઉંચું ચડે; પછી જ્યારે કૃષ્ણે પોતાનો પગ લાંબો કરીને જમનાના પાણીને અડાડયો ત્યારે જમનાના બે ભાગ થયા. અને બધું પાણી જતુ રહ્યું એવી કથા ભાગવત્માં છે, એ બતાવવાને આ રમકડું બનાવવામાં આવ્યું છે. અજ્ઞાન લોકો જે ભણેલા નથી તે સમજે છે કે કૃષ્ણનો પગ અડવાથી પાણી જતું રહે છે પણ ખરૂં જોતાં વાતાવરણના દબાણથી પાણી જતું રહેછે. વિદ્યા વગર માણસ આમ ઠગાય છે!

ગતિમાન (ચાલિત) પદાર્થ.

પદાર્થની કર્તૃત્વશક્તિ અને કામ—પદાર્થ કેવી રીતે બનેલાછે, તેઓ કયારે ઘન હોયછે, કયારે પ્રવાહિ હોયછે, કયારે વાયુરૂપ હોયછે, આ દરેક હાલતમાં તેમના આકાર કેવા હોય છે, આકારમાન કેવું હોય છે, તેમાં કેવા કેવા ફેરફાર થાય છે એ સંબંધી આપણે અત્યાર સુધી કહ્યું. પરંતુ જૂદે જૂદે પ્રસંગે તેજ પદાર્થ જૂદા જૂદા પ્રકારનાં કામ કરે છે તે સંબંધી આપણે કાંઇ વાત કરી નથી. જમીનપર પડેલો પથરો અને હાથવડે ફેંકેલો પથરો જૂદાજ પ્રકારનાં કાર્ય કરે છે. તંબુરાના તાર એમનેએમ બાંધ્યા હોયછે ત્યારે અને તેજ તારને જ્યારે છેડીએ છીએ ત્યારે તે જૂદાંજ કામ કરે છે. દીવાસળી આપણા હાથમાં હોય ત્યારે, અને આપણે જ્યારે તેને પેટી ઉપર કાળો પદાર્થ હોય છે તેના પર ઘસીએ ત્યારે જૂદું જૂદું કામ કરેછે. આજ પ્રમાણે કાચનું ખાલી વાસણ હોય તેના કરતાં તેજ વાસણને રેશમના લુગડાપર ઘસીએ ત્યારે જૂદીજ અસર પેદા કરેછે. પદાર્થ આવી ગમે તે હાલતમાં હોય પણ તે વખતે તેનાથી કાંઈપણ કામ બનેછે, અથવા તે કરવાની તેનામાં શક્તિ હોયછે. આવી કાંઈપણ કામ અથવા અસર પેદા કરવાની શક્તિને આપણે કર્તૃત્વ શક્તિ કહીએ. પદાર્થની કર્તૃત્વશક્તિ ચાર તરેહથી આપણા ખ્યાલમાં આવેછે.

(૧) તે ગતિમાન (ચલિત) હોય છે ત્યારે.

(૨) તે કંપિત (ધ્રૂજતો) હોય છે ત્યારે.

(૩) તે ગરમ હોય છે ત્યારે અને.

(૪) તેમાં વીજળીનો પ્રવેશ થયો હોય છે ત્યારે. પદાર્થની કર્તૃત્વશક્તિ તેનાથી જેટલું કામ થાય તેથી સમજાય છે. માટે કામનો એકમ એટલે શું, તેનો નિશ્ચય કરવો જોઇએ. એક શેર વજનને એક ફુટ ઉચકીએ તેનું નામ એક કામ; અને એટલું કરવાની શક્તિ એનું નામ એક કર્તૃત્વ. આ ઉપરથી સમજાશે કે બશેર વજન એક ફુટ ઉંચું ઉચકીએ, અથવા શેર વજન બે ફીટ ઉચકીએ તો બમણું કામ થાય. પદાર્થના વજનને તે જેટલા ફીટ ઉચકાય તેણે ગુણીએ તો તેટલું કામ થયું એમ કહેવાય. ધારો કે સાઠ શેર વજનને ૩૦ ફીટ ઉચકયું તો કામના ૧૮૦૦ એકમ થયા.

ગણિત અને અનુભવ વડે ગતિમાન પદાર્થના કેટલા નિયમો જડ્યા છે તે તમારાથી સમજાશે નહિ, માટે આ નાના પુસ્તકમાં જેટલા નિયમ લખવામાં આવે તેટલાજ માત્ર તમે બરોબર યાદ રાખજો. પદાર્થનાં જૂદાં જૂદાં પ્રકારનાં સઘળાં કામ આ નાના પુસ્તકમાં લખી શકાય તેમ નથી. આ પુસ્તકમાં તો માત્ર દરેક વિષયનું દિગ્દર્શન કરાવવુંજ ધાર્યું છીએ. દરેક વિષય કેટલો જરૂરનો છે તે સમજાવીશું.

पदार्थनी कर्तृत्वशक्ति अथवा काम करवानी योग्यता:—આ યોગ્યતા પદાર્થનું વજન અને તેના વેગના વર્ગના ગુણાકારના પ્રમાણમાં હોય છે.

જો એક શેર વજનના પદાર્થને કાંઇ વેગની ગતિ આપવાથી એક કામ થતું હોય તો તેજ પદાર્થને બમણા વેગની ગતિ આપીએ તો તેનાથી ચાર ગણું કામ થાય. તેજ પદાર્થને જો ત્રમણી

ગતિ આપીએ તો નવગણું વધારે કામ થાય. એ પ્રમાણે ગતિના વર્ગના પ્રમાણમાં કામ વધે છે.

આ નિયમ બરોબર સમજાય માટે ધારો કે એક શેરના પચરાને એક જોરથી (શેર વજનને એક ફુટ ઉચકવું તે એક જોર) ઉંચે ફેંકીએ અથવા તો કાદવના ઢગલામાં ફેંકીએ ત્યારે તે ૧૬ ફીટ ઉંચે જાય છે અથવા તો કાદવમાં એક ફુટ પેશી જાય છે. હવે જો બે "જોર"થી ફેંકશું તો ૬૪ ફીટ ઉચો જશે અથવા જો કાદવમાં ફેંક્યો હશે તો ચાર ફીટ પેશી જશે. જો ત્રણ "જોર"થી ફેંક્યો હોય તો નવ ગણો ઉંચો, અથવા નવ ગણો ઉંડો પેશી જશે. પથરો ધીરે રહીને મૂકીએ તો સોપારીને ઈજા નથી કરતો પણ જો જોરથી અફાળીએ તો એનો ચુરો કેમ કરી નાંખે છે તે હવે તમને સમજાયું હશે. બેવડા જોરથી તરવારનો ઘા કર્યો હોય તો ચોગણું વધારે નુકસાન કરે છે. આ ઉપરથી ગતિનો વેગ વધાર્યાથી કામ કરવાની શક્તિ અથવા યોગ્યતા કેટલી વધારે વધે છે તે તમને જણાશે.

સ્થલ પ્રમાણે કામ કરવાની યોગ્યતાઃ—જ્યારે પદાર્થ સ્થિર અવસ્થામાં હોય છે ત્યારે તે જે ઠેકાણે હોય છે તે ઠેકાણા પ્રમાણે તેની અંદર કામ કરવાની યોગ્યતા વધારે ઓછી હોય છે. ધારો કે બે સરખા બળવાન અને ચાલાક માણસ છે અને એની પાસે પથરાના ઢગલા છે, પણ તેમાંનો એક અગાશીપર ઉભો છે અને બીજો ભોંય ઉપર ઉભો છે.

તમને કોઈ પૂછે કે એ બે જણા લડે તો તેમાં કોણ જીતે?

તમે તરતજ જવાબ દેશો કે અગાશીવાળો જીતશે. એ રીતે ઠેકાણા પ્રમાણે કામ કરવાની યેાગ્યતા ઓછી વત્તી થાય છે.

પદાર્થની અંદર કોઇપણ કામ કરવાની યેાગ્યતા હોય એટલે થયું. એણે એ કામ કરવુંજ જોઇએ એમ નથી. તેમજ તે શક્તિ તેની અંદર ગમે તેમ આવી હેાય. બંદુકમાં દારૂ ભરીને ગોળી નાંખી એટલે થયું; એનામાં ગુપ્ત શક્તિ આવી. હાથમાં કુહાડી લઇને હાથ ઉંચેા કર્યો એટલે તેનામાં ગુપ્ત શક્તિ આવી. એણે લાકડું કાપવુંજ જોઇએ એમ નહિ. તમે પાણીની ચક્કી જોઇ છે? પાસેના ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એક પાણીના વહેળાની સપાટી ઉંચી છે અને બીજાની નીચી છે તેા પાણીની ચક્કી ફેરવવાની શક્તિ કોની વધારે તેનેા શેા જવાબ દેશેા? તમે કહી શકશોજ કે જે પાણીની સપાટી ઉંચી છે તે ચક્કીનાં પૈડાં ફેરવી શકશે ને જેની સપાટી નીચે છે તે નહિ ફેરવી શકે.

આકૃતિ ૨૩ મી.



આ રીતે જે ઠેકાણે પદાર્થ હોય છે તે ઠેકાણા પ્રમાણે તેની કામ કરવાની યેાગ્યતામાં વધારેા ઘટારેા થાય છે.

ઉપર વર્ણવ્યા પ્રમાણે પદાર્થની કામ કરવાની યોગ્યતા વખતે દેખીતી હોય છે અને વખતે ગુપ્ત પણ હોય છે.

ગતિના બે પ્રકારઃ—ગતિના ધ્યાનમાં રાખવા જોગ બે પ્રકાર છે. એક તો સીધી લીટીમાં જવાનો અને બીજો મધ્ય ભાગમાંથી નીકળી જવાને માટે ગોળ ફરવાનો. આ બીજી ગતિને મધ્યોત્સારી ગતિ કહે છે. આ બન્ને ગતિ ઉત્પન્ન કરવાને જોરની જરૂર પડે છે. આ જોરવડે પદાર્થમાં ગતિ આવી એટલે કામ કરવાની યોગ્યતા આવે છે, અને એ શક્તિ પ્રમાણે તેનાથી કામ થાય છે. જો ગતિને બેવડી તેવડી વધારી, તો કામ ચોગણું અને નવગણું થાય છે. ગતિમાન પદાર્થને માટે આ પ્રમાણે જેટલું શીખ્યા તેટલું હાલ બસ છે. હવે પદાર્થના કંપન વિશે તમને કહું છું

કંપિતપદાર્થ(આંદોલમાન પદાર્થ) પદાર્થનું (આંદોલન):- કંપનારા પદાર્થનાં રજકણ પોતાની જગા છોડીને બીજી જગાએ જતાં નથી. પણ તેની તે જગાએ આમ તેમ હાલે છે. એને પારણાના હાલવા જોડે સરખાવીએ તો ચાલે તમે કોઇ દિવસ ચીપીઓ લઇને તેને બોલતો સાંભળ્યો છે? જુઓ હું કરી બતાવું? એના દાંડા કેવા હાલે છે? પોતાની જગા છોડીને દૂર જતા નથી, પરંતુ આઘા પાછા આઘા પાછા કેવા થર થર થાય છે?

કર્તૃત્વનું રૂપાંતરઃ—પદાર્થની કર્તૃત્વ શક્તિથી નિરંતર એકજ પ્રકારનું કામ થાય છે એમ નથી. તમે એકાદો લાકડાના દડુકો ફેંકો એટલે તેનામાં કર્તૃત્વ શક્તિ આવે આ દંડુકો જો કોઈ ચક્કરની સાથે

અથડાય તો તે ફરવા માંડે. હવે એજ દંડુકો જો કોઈ પારણાને અથડાત તો તેને આઘું પાછું હલાવત અથવા એ દંડુકો જો પાણીમાંપડત તો તે પોતેપાણીમાં આમતેમ હાલત ને તેમાં લહેરો ઉત્પન્ન કરત. વળી આ દરેક કામથી વાયુને પાછી ગતિ મળે અને એ ગતિવાળો વાયુ પાછો બીજા કણોને ગતિ આપશે એ તો કહેવાય નહિ. તમે જોયું? આ દંડુકાનું જોર જે પહેલાં સીધી લીટીમાં જવાનું હતું તે ચક્કરને ગોળ ફેરવે છે, પારણાને આમ તેમ હલાવે છે; અને પાણીમાં પોતે આમ તેમ ડોલીને લે'રો ઉત્પન્ન કરે છે. આ પ્રમાણે જોરનાં તરેહતરેહનાં રૂપાંતર થાયછે, પણ તેનો કદી કોઈ પણ જગાએ નાશ થતો નથી.

ઝોલાં ખાવાં અને કંપ:—પદાર્થ અથવા તેનાં રજકણો જો ધીરે ધીરે આમ તેમ હાલતાં હોય તો તે આપણી નજરે દેખાયછે, અને આપણે કહીએ છીએ કે ઝોલાં ખાય છે, પણ જો તેજ ઝોલાં એટલી વધારે ઝડપથી ખાય કે આપણી નજર તેનાપર ઠરે નહિ ત્યારે આપણે કહીએ છીએ કે તે કંપે છે. પારણું, હીંચકો ઇત્યાદિને આપણે કહીએ છીએ કે તે આમ તેમ ઝોલાં ખાય છે, પણ તંબુરાના તારને થરથર થાય છે અથવા કંપે છે એમ કહીએ છીએ જો એક તાર થરથરે તો તેની પાસેના બાજા બધા તાર થરથરે એ પ્રમાણે કંપનાર પદાર્થના પાસેના પદાર્થ પણ કંપે અને જો તેની આજુ બાજુ પ્રવાહિ અથવા વાયુરૂપ પદાર્થ હોયતો તેમાં લહેરો પેદા થાય છે.

કોઇ તળાવને કાંઠે જઇને તેમાં પથરો ફેંકો. તમારો તે પથરો પડયો તે જગાથી થઇને સૌ બાજુ ફેલાશે. અને છેક કિનારે આ-

વીને અથડાશે. તમે આવું ઘણીવાર જોયું હશે; નદી અથવા દરિઆ-માં વપનને લીધે આ પ્રમાણે લહેરો ઉત્પન્ન થાય છે.

पदार्थनां कंपनथी पाणीमां थती लेहेर अने हवामां थती लेहेरमांतफावतः—આ જુઓ આપણી અગાડી આ મોટું તપેલું પાણીનું ભર્યું છે; એ પાણીપર આ લાકડીથી એક ફટકો મારૂં છું. જેવી મારી લાકડી પાણીને અડી કે તમને "ફટ" કરીને સંભળાયું. અને પાણીમાં ચારે બાજુતરફ લહેરો ઉત્પન્ન થઇ, તે આપણે જોઈ. તપેલાની બહાર વાતાવરણ છે અને તે તપેલાના પાણીને અડેલું છે. સબબ ઉપર કહી ગયા તેમ તેમાં પણ લહેરો થઇ, આપણે મૂળે વાતાવરણનેજ જોઇ શકતા નથી તો તેની લહેરોને શી રીતે જોઇ શકીએ વારૂ ? પણ એ લહેરો આપણા કાનમાં જઇને ત્યાં સાંભળવાની ઢોલકી જેવું છે તેને અથડાઇ; ને તેથી આપણે "ફટ" એવો અવાજ સાંભળ્યો. આ પ્રયોગથી તમારા લક્ષમાં શી વાત આવવી જોઇએ વારૂ ? હા, તેજ કે પદાર્થના કંપનથી પાણીમાં થયેલી લહેરો આપણી નજરે દેખાય છે, અને હવામાં થયેલા લહેર કાને સંભળાય છે.

अवाज अने सूरः—પદાર્થને જો એક ફટકો મારીએ તો તેનાથી એક લહેર ઉત્પન્ન થાય છે. કાનમાં પણ તે એકજ લહેર જાય છે અને અવાજ પણ એકજ સંભળાય છે, પણ જો એકપછી એક એમ વધારે ફટકા મારીએ તો એક પછી એક એમ વધારે લહેરો ઉત્પન્ન થાય, અને અવાજ પણ એક પછી એક એમ વધારે અને છુટા છુટા સંભળાય.

પરંતુ જો આ ફટકા ઊપરા ઉપરી ઘણી ઝડપથી પડે ને તેથી લહેરો પણ ઝડપથી પેદા થાય તો અવાજ પણ છુટો છુટો ન સંભળાતાં ઝડપથી સંભળાય. લહેરો પેદા કરનાર પદાર્થ જ્યારે કંપિત હોય ત્યારે એમ બને, અને જ્યારે એમ બને છે ત્યારે આપણે એને "સૂર" કહીએ છીએ. જો આ ફટકાની સંખ્યા થોડી હોયતો આપણે નીચો અને જાડો સૂર સાંભળીએ છીએ, અને જો વધારે હોયતો ઉંચો ને ઝીણો સૂર સાંભળીએ છીએ જો એક સેકન્ડમાં ૧૬ ફટકા (અગાડી આવેલું યંત્ર જુઓ.) વાગે તો તે છુટા છુટા સંભળાતા નથી. અને એક અખંડ સૂર સંભળાય છે, પણ એ સૂર છેક નીચો હોય છે. પછી જેમ જેમ એક સેકન્ડમાં ૩૨, ૮૧. ૯૨ સુધી ફટકા પડે ને તેથી જે સૂર નીકળે તે સાધારણ જાણનારા પારખી શકેછે. આવી રીતે ચઢતાં ચઢતાં સૂરવડે ૮ સપ્તક થાય છે. પણ કેટલાક ગાયનસાસ્ત્રમાં પ્રવીણ સાંભળનાર ૭૬૦૦૦ ફટકા સુધીની સૂરાવટ ઓળખી શકે છે.

ગવૈયા લોકો સપ્તસૂર કાઢે છે તેમાંનો પહેલો એટલે સૌથી નીચો "સા"‡ નામનો સૂર સાંભળશો, અથવા તમેજ કાઢશો તો તેમને "અ-અ-અ-અ" એમ છુટું છુટું સંભળાસે. પણ તે પછીના સૂરમાં તેમ નહિ થાય. તેમાં કાંઇ છુટું નહિ સંભળાય. તંબૂરાનો પીતળનો આ તાર જુઓ! એને "ઘોર" નો તાર કહે છે. હું એને છેડું છું. જુઓ ર-ર-ર-ર-ર એમ સંભળાય છે. પણ આ બીજા તારમાં એમ છુટું સંભળાય છે? "ઘોર" નો તાર બીજા

‡ સૂર સાત છે. (સા. રિ. ગ. મ. પ. ધ. (ન.) તે એકએકથી
[illegible] ચઢતા છે.

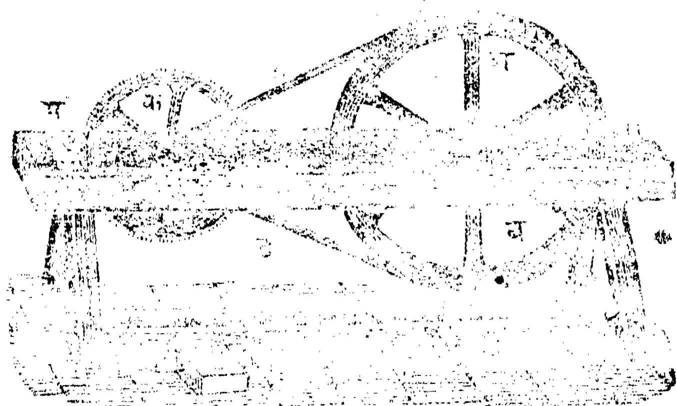
તાર કરતાં ઢીલો હોય છે, અને ઓછો કંપિત હોવાથી ઓછા ફટકા લાગે છે, ને ઓછી લહેરો ઉત્પન્ન થાય છે તેથી એમ સંભળાય છે. પરંતુ બીજા તાર વધારે તાણેલા છે તેથી એમ થતું નથી, માટે એમ સંભળાતુ પણ નથી.

સેવર્ટનું ચક્કર* અમુક ઉંચાઈનો સૂર કાઢવાને આટલા ફટકા લાગવા જોઈએ એ સેવર્ટનું ચક્કર નામના યંત્રથી બરોબર જણાય છે. લાકડાના ચોગઠામાં એક મોટું ચક્કર ફરે છે. તેની આગાડી તેના જેવું નાનું એવું એક બીજું ચક્કર ફરે છે. આ નાના ચક્કરને દાંતા હોય છે. મોટા ચક્કર ઉપર ને નાના ચક્કરના અંશ ઉપર એક દોરી બાંધી હોય છે તેથી મોટું ચક્કર ફેરવીએ એટલે નાનું ફરે છે. મોટાનો એક ફેરો થાય કે નાના ના ૧૦૦ ફેરા થાય છે. નાના ચક્કરપર દાંતા પણ ૧૦૦ હોય છે. નાના ચક્કરની અગાડી લાકડાના નાના ચોગઠામાં ધાતુની નરમ વળે એવી પટી જડી લીધી હોય છે, તેનાપર નાના ચક્કરના દાંતાના ફટકા વાગે છે. આકૃતિમાં **અ** મોટું ચક્કર, ને **બ** તે ફેરવવાનો હાથો હોય છે. **ક** નાનું ચક્કર. **ડડ** મોટા ચક્કરને નાના ચક્કરની ધરીપર બાંધેલી દોરી છે. **પ** ચોગઠામાં બેસાડેલી ધાતુની વળે એવી પટી છે. ચિત્રમાં બતાવેલી **ગ** એક કાંટાવાળી તકતી છે તેને નાના ચક્કરની ધરી સાથે લગાડી દેવાય છે, તેથી તે ચક્કર કેટલીવાર ફરે છે તે જણાયછે.

---

* આપણી ભાષામાં આ યંત્રને માટે ખાસ શબ્દ ન હોવાથી એનું ઇંગ્રેજી નામ રાખ્યું છે.

आकृति २४ मी.



હવે અમુક ઉંચાઇનો સૂર કાઢવાને દાંતાના કેટલા ફટકા વાગવા જોઇએ એ કેવી રીતે કાઢે છે તે જોઇએ. દરેક દાંતો પટીપર આવે એટલે એક ફટકો વાગે. અને અવાજ થાય, હવે નાના ચક્રને ૧૦૦ દાંતા હોય છે માટે એ ચક્રનો એક ફેરો પૂરો થાય ત્યારે સો ફટકા વાગે એ ખુલ્લુંજ છે. આ ચક્ર એક સેકન્ડમાં એક ફેરો ફરે તો એક સેકન્ડમાં ૧૦૦ ફટકા વાગે. આ ફટકા કાનને જુદા જુદા સંભળાશે નહિ અને તેનાથી એક નીચલો સૂર સંભળાશે હવે મોટું ચક્ર જો એક સેકન્ડમાં એક ફેરો ફરે એમ ફેરવીએ તો તેનાથી નાનું ચક્ર સોવાર ફરશે. અને તેને સો દાંતા હોવાથી ૧૦૦×૧૦૦=૧૦૦૦૦ ફટકા વાગશે. આમ થાય ત્યારે તેના વડે ઉંચો સૂર સંભળાશે. મોટું ચક્ર જેમ ધીરું અથવા ઉતાવળું ફેરવીએ તો તેનાથી ગમે તેટલી ઉંચાઇના જૂદા જૂદા સૂર સંભળાય એ ખુલ્લુંજ છે.

કોઇ અમુક સૂર પેદા કરવાને કેટલા ફટકા વાગવાની જરૂર

એ જો જોવું હોય તો આપણે એ સૂર ગાવો, અને પદીમાંથી નીકળતો સૂર બરાબર એના જેવોજ સંભળાય તેવી રીતે ચક્કર ધીરે અથવા ઉતાવળું ફેરવવું. જ્યારે બે સૂર (પદીનો અને આપણે ગાતા હોઇએ તે અથવા તો કોઇ વાજીંત્રનો સૂર માપવો હોયતો, વગાડતા હોઇએ તે) મળે ત્યારે નાનું ચક્કર કેટલું ફર્યું તે જોવા સારૂ ઘડીઆળમાં જોવાને બીજા માણસને કહેવું ધારો કે એ માણસને જણાયું કે એક ગીનીટમાં ૬૦૦૦૦ ફટકા વાગ્યા; તો એ હિસાબે એક સેકન્ડમાં ૧૦૦૦ ફટકા વાગ્યા. તમે સહેજ સમજી શકશો કે એ સૂરને સારૂ ૧૦૦૦ ફટકાની જરૂરછે તેજ પ્રમાણે બે સૂરમાં કેટલો તફાવત છે તે પણ નીકળે.

આજ કામને માટે સૈરન નામનું બીજું યંત્ર પણ આવે છે.

अवाजने लइ जवाने वातावरण जोइएः—આપણે પહેલાં કરી ગયા તે પ્રયોગમાં તપેલામાંના પાણીને લાકડી મારી તે વખતે પાણીમાં લહેર ઉત્પન્ન થઇ, અને તેથી વાતાવરણમાં પણ લહેર ઉત્પન્ન થઇ, એ વાતાવરણની લહેર આપણા કાનમાં ગઇ; અને તેથી આપણે "ફટ" કરીને થયેલો અવાજ સાંભળ્યો. આ ઉપરથી તમારી ખાતરી થઇ હશે કે અવાજને લઇ જવાને વાતાવરણ જોઇએ. નીકર પાણીમાં લહેર થઇ તે થઇ, આપણે એને શી રીતે સાંભળીએ ?

વાયુશોષક યંત્ર ઉપર આ એક કાચનું નળા જેવું ઢાંકણું છે અને એ ઢાંકણને એક ઘંટડી બાંધીછે. અને ઢાંકણું ઉઘાડયા વગર બહારથી એ ઘંટડી વગાડી શકાય એવું કર્યું હોય છે. ઢાંકણું મજબૂત બેસાડી પછી એમાંથી વાયુ કાઢી લઉં છું. જ્યારે એમાંથી

વાયુ ગયો ત્યારે હવે હું એમાંની ઘંટડી વગાડું છું. જુઓ તમે સાંભળો છો ? ના ? ! કેમ ? ઘંટડીની જીભ તો ઘંટડીસાથે અથડાય છે એટલે એ ઘંટડી વાગે છે તો ખરીજ, પણ તમે સાંભળતા નથી; કારણ કે ઘંટડીના કંપથી લહેરો ઉત્પન્ન થવાને વાતાવરણ જોઇએ તે નથી.

અવાજની ગતિઃ—તોપ ફૂટતાં તો તમે બધાએ જોઇ હશે. તોપ ફૂટે છે તેમાંથી ચમકારો ને ધૂમાડો નીકળે છે. ત્યારબાદ થોડી સેકન્ડ પછી ધડાકો સંભળાય છે. ત્યારે અવાજને એકથી બીજી જગાએ જતાં વાર લાગેછે એ નક્કી છે, તોપનો અવાજ વાતાવરણમાં એક સેકન્ડમાં સરાસરી ૧૧૪૦ ફીટ જાયછે. જો તમે ઉભાછો ત્યાંથી તોપ એક માઇલ દૂર હોય તો ફૂટયા પછી સુમારે સાડાચાર સેકન્ડે તમે તેનો ધડાકો સાંભળશો. વાદળામાં વીજળીનો ચમકારો થાય અને પછી પાંચ સેકંડે ગર્જના સંભળાય તો તે વાદળું તમારાથી એક માઇલ કરતાં થોડું વધારે ઉંચું હશે.

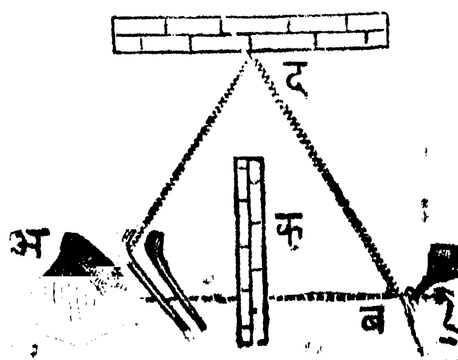
અવાજ જે પ્રમાણે હવામાંથી જાયછે તેમ તે બીજા પદાર્થમાંથી જતાં તેની ગતિ ધીરી અથવા ઉતાવળી હોયછે. હવા કરતાં પાણીમાં ચારગણી વધારે ઝડપથી જાયછે. લોઢા, અને લાકડામાંથી તે ઘણીજ વધારે ગતિથી ચાલે છે. કેટલીક તરેહના લાકડામાંથી જતાં તે હવાથી ૧૬ ગણી વધારે ગતિથી દોડે છે !

પડઘોઃ—અવાજની લહેર સીધે સીધી આપણા કાનમાં આવે છે જેથી આપણે સાંભળીએ છીએ. પછી ફેલાતાં ફેલાતાં તે લહેરના જવાના માર્ગમાં ડુંગર કિંવા ભીંત કે એવી જગા આવે કે જેને તે અથડાય. અવાજની લહેર આવી રીતે અથડાયછે ત્યારે ત્યાંથી પાછી

ફરે છે ને ફરીથી આપણા કાનમાં પેસેછે, ને તેનો તે અવાજ આપણે બીજી વાર સાંભળીએ છીએ. આ બીજીવાર સંભળાતા અવાજને આપણે પડઘો કહીએ છીએ. દેરાના ઘૂમટ નીચે બોલીએ તો તરત પાછું સંભળાય છે એતો તમે જાણતાજ હશો. પડઘાથી કેટલીકવાર ગમ્મત પડેછે. આપણે કહીએ કે "તું" તો સામું સંભળાય કે "તું". આપણે કહીએ કે "કાલે" તો સંભળાય કે "કાલે". એમ જાણે આપણા ચાળા ના પાડતો હોય તેમ જણાયછે. તમે ઘણીએ વાર એવી ગમ્મત કરી હશે!

अवाजना संबंधमां एक गमत भरेलो प्रयोगः—કોઈ વખત એવી ગમ્મત પડે છે કે કોઈ ઠેકાણે ટકોરખાનું વાગતું હોય છે અને વચ્ચે ઘરની ઊંચી ભીંત અથવા બીજો કોઈ અંતરાય નડવાથી તેનો અવાજ સીધો આપણા કાનમાં ન આવતાં તદ્દન બીજીજ જગાએ થઈને આવેછે ને આપણને એમ લાગે છે કે જાણે કોઈ બીજીજ જગાએ ટકોરખાનું વાગેછે. પાસેના ચિત્રમાં अ જગાએ

आकृति २९ मी.



ટકોરખાનું વાગેછે. જો વચ્ચે કાંઈ પણ ન હોય તો આપણે ટપકાં ટપકાં વાળી લીટીમાં બતાવ્યા પ્રમાણે ब જગાએ સાંભળીએ પણ क ભીંત વચ્ચે આવેલી છે માટે અવાજ ઊંચે જઈને ड આગાડી અથડાઈને બીજી દિશામાં જાયછે. અને આપણા કાનને લાગે છે. આપણને એમ સંભળાય છે કે જાણે ड જગાએ ટકોરખાનું વાગતુ હોય. જો વચ્ચે क ભીંત આવી ન હોત તો અવાજ अ અગાડીથી એ સંભળાત, અનેવળી એનો પડઘો એ સંભળાત—

अवाजनी कर्तृत्व शक्तिः—અવાજમાં પણ કામ કરવાની શક્તિ હોય છે. કોઇ વખતે સંચામાં કે કોઈ જગાએ અકસ્માત્ થાય છે ત્યારે આજુબાજુનાં ઘરની કાચની બારીઓ ફૂટી જાય છે. એ અવાજથી પેદા થતી વાતાવરણની લહેરોના જોરથી થાય છે. વખતે ઘણો મોટો અવાજ હોય તો માણસના કાનપણ ફૂટી જાય છે. મોટા અવાજથી કોઈ કોઇ વખત કાનમાં ધાક પડી જાય છે એ તો તમને ખબર પણ હશે. અવાજમાં કામ કરવાની શક્તિ છે, પણ, એ કામ ઘણું કરીને નાશ (ભાગફોડ) કરવાનુંજ હોયછે. મોટો અવાજ થાય તો તેથી આપણને કંટાળો આવેછે. સ્વભાવિક રીતે પોતે કાન બંધ કરી દઈએછીએ. અવાજ જો નિયમિત અને મધુર હોય તો સાંભળનારને આનંદ થાય છે.

गरम अने प्रकाशित पदार्थना धर्म.

गरमी अने प्रकाश एटले शुं:—પછવાડીના પ્રકરણમાં પહેલવહેલું આપણે પૂછ્યું હતું કે અવાજ એટલે શું? તેનેા ઉત્તર શેા મળ્યેા હતેા તે સંભારી કાઢેા. અવાજ એટલે વાતાવરણમાં ઉત્પન્ન થતી લહેરેા. એ કેમ ઉત્પન્ન થઇ વારૂ? હેં શું કહેા છેા? હા, વાતાવરણને કંપિત પદાર્થવડે જે ફટકા લાગ્યા તેનાવડે થઇ. આપણે જ્યારે એમ કહીએ છીએ કે ઘંટનેા અવાજ થાયછે ત્યારે ઘંટનેા અવાજ તે કાંઇ પદાર્થ છે અને ઘંટમાંથી નીકળીને આપણા કાનમાં આવે છે એમ કાંઇ આપણા મનમાં આવતું નથી. ઘંટનેા અવાજ એ કાંઇ પદાર્થ નથી એ આપણે પકકું જોઇએ છીએ. ઘંટમાં કંપ ઉત્પન્ન થાય છે અને તેનાથી વાતાવરણમાં લહેરેા ઉત્પન્ન થાયછે; એ લહેરેા આપણા કાનમાં પેસે છે; અને તેથી આપણે અવાજ સાંભળીએ છીએ, એવું છે ત્યારે ઘંટનેા અવાજ એટલે ઘંટનેા કંપ એમ કહેવાગાં કાંઇ અડચણ નથી. ઘંટમાં ગમે એવડેા મેાટેા અવાજ થાય, પણ તેનું વજન કાંઇ તલ ભારે વધશે? ના, નહિં જ વધે. કારણ ઘંટનેા અવાજ એ કાંઈ પદાર્થ નથી. ઘંટનાં રજકણમાં એક જાતનેા ફેરફાર થાયછે. હવે એજ વાત આપણે ગરમ અને પ્રકાશિત પદાર્થને લાગુ કરી જોઇએ.

ગરમી અથવા પ્રકાશવડે પદાર્થનું તેાલ વધતું નથી. એક લેાઢાના ગેાળાને દેવતામાં નાંખીને ગમે તેટલેા તપાવીને લાલચેાળ પ્રકાશિત કરીએ, પણ તેનું વજન વધશે નહિ. આ રીતે ગરમીથી અને પ્રકાશથી વજન વધતું નથી એ ખૂલ્લું છે. અને જ્યારે એનાથી વજન

ખેંચતું નથી ત્યારે એ પદાર્થ નથી એ પણ ખુલ્લું છે. ગરમી અને પ્રકાશ પદાર્થના કંપની પેઠે રજકણુનો એક તરેહનો ફેરફાર હોવો જોઇએ.

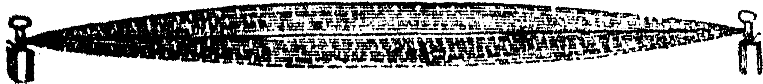
હાલ યૂરોપખંડના વિદ્વાનોનો એવો અભિપ્રાય છે કે અવાજ સંભળાવવાને જેવી લહેરો ઉત્પન્ન થાયછે તેવીજ ગરમી અને પ્રકાશને માટે પણ થાય છે. પણ તેમાં થોડો તફાવત છે, તે એટલોજ કે આ લહેરો વાતાવરણુમાં નહિ પણ ઇલાસ્ટિક ઇથર નામના પદાર્થમાં ઉત્પન્ન થાયછે. આ ઇથર વાતાવરણથી ઘણોજ પાતળો પદાર્થ છે અને તે સઘળી જગામાં રહેલો હોયછે. આ લહેરો ગરમીને રૂપે આપણી સ્પર્શની ઇંદ્રિને લાગે છે, અને તેથી આપણને તાપ લાગેછે. અને પ્રકાશરૂપે આપણી આંખને લાગે છે, ને તેથી આપણે પ્રકાશ કે તેજ દેખીએ છીએ.

ભુલ ભરેલા દેખાવ:—આ વિષયને માટે તમને વધારે સમજાવું તે પહેલાં ભૂલ ભરેલા દેખાવને માટે તમને થોડું કહેવું જોઇએ. આવી દેખવાની ખોટી ભૂલથી છેતરાઇને આપણે કાંઇ ગમે તેમ માની લઇએ એ ઠીક નહિ.

એક બળતું નાનું લાકડું લઇને તેને તમારી અગાડી ચક્કર ચક્કર ફેરવો. જુઓ તેજનું ગોળ ચકરડું હોય એવું દેખોછો ખરૂં! આ ભૂલ સૂરની ભૂલ કરતાં પણ અજાયબ જેવી છે, કેમકે જે સૂરટા છુટા છે તે તમને જલદી નીકળે છે માટે એક લાગે છે, પણ આતો બળતુ લાકડું માત્ર એકજ ઠેકાણે છે અને તમને જાણે ચકરડું હોય નહિ એવું દેખાય છે! હવે આ બીજું જુઓ, તંબુરાનો

તાર વચ્ચેથી છેડો.* આ તાર "ઝણુણુણુ" કરીને હાલ્યો ! એ કંઇ હલાવ્યાથી ચપટો થઇ ગયો છે? ના, પણ એ હાલે છે ત્યારે એવો

आकृति २६ मी.



ચપટો પટી જેવો દેખાય છે. એ પણ પેલા બળતા લાકડા જેવીજ દેખાવની ભૂલ છે. તમારા અંગરખા સામું તો જુઓ, બીજી ભૂલ બતાવું! જુઓ તમારૂં અંગરખું કેવું સાફ ચપટું દેખાયછે ? ! હવે લગીર વધારે આંખ પાસે તો લાવો ! કેમ આડા અવળા દોરા દેખાય છે? હા, એજ ! એ અંગરખું જેવું દેખાતું હતું તેવું સાફ છે વારૂ ? ના, એ તો એવું દેખાતું હતું પણ છે તો આડા ઉભા દોરા, ને ખાડા ખાડાવાળું !

અરે, આજ મોટામાં મોટી ભૂલ, કે ઘંટનો થરથરાટ અથવા કંપ એજ તેનો અવાજ, એ વાત આપણા મનમાં કદી આવીજ નહોતી! ખરેખાત જોઇએ તો કંપ ને અવાજ એ એમાં કાંઇ ભેદ નથી. જે આંખને કંપ અથવા થરથરાટ તરીકે દેખાયું, તેજ કાનને અવાજ તરીકે સંભળાય છે. મૂળ બનાવ તો તેનો તેજ. એજ પ્રમાણે ઇથરની અંદરનાં રજકણ ઘણીજ ઝડપથી હાલે છે તેનું હાલવું ગરમીને રૂપે આપણી સ્પર્શ ઇંદ્રિને, અને પ્રકાશરૂપે આંખને જણાય છે.

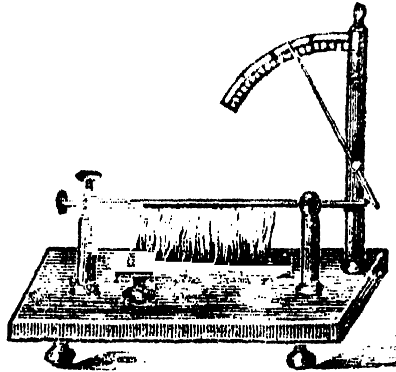
* છેડવું=હલાવવું. ગવૈયા લોકો તારને આંગળીથી હલાવવો એને છેડવું કહે છે.

गरमीथी पदार्थ प्रसारण पामे छे एटले फूले छे:—

પદાર્થને તપાવીએ એટલે તે ઘણું કરીને ફૂલે છે. આ નિયમ સમજવાને માટે આપણે એક ઘન, એક પ્રવાહી, અને એક વાયુરૂપ એમને તપાવી જોઇએ.

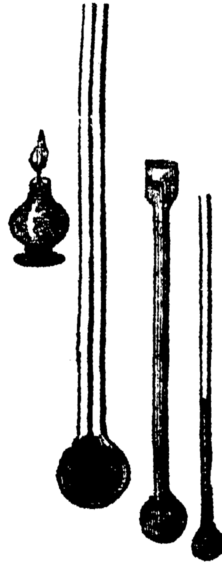
લોઢાના બે સરખી લંબાઇના સળીયા લઇને તેમાંથી એકને ખુબ તપાવવો પછી બીજા સળીયા જોડે ભરી જોતાં તપાવેલો સળીયો લાંબો થયેલો જણાશે. આ સળીયા આઠ અથવા દસ ફૂટ લાંબા જોઇએ, કેમકે એટલી લંબાઇ હોય તો દેખાઇ આવે એવો ફેરફાર થાય.

आ. २७ मो.



આ બીજી રીતે જુઓ—આ યંત્રમાં આ એક સળીયો છે તે એક છેડેથી ઇસ્કૂ વતે મજબુત જડી લીધો છે એટલે એ બાજુ તરફ લાંબો થઇ શકે તેમ નથી. હવે સળીયાની નીચેના વાસણમાં દારૂનો તેજાબ નાંખીને સળગાવું છું. જુઓ, આ સળીઓ લાંબો થવા લાગ્યો. એના લાંબા થવાથી આ કમાનને ધક્કો લાગે છે, ને તેથી પીતળના પત્રા ઉપરનો કાંટો ફરે છે!

આ. ૨૮ મી.



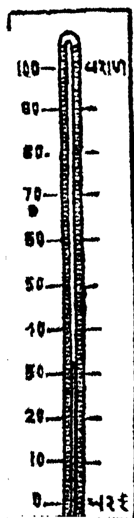
એક છેડે ગોળ ફૂલેલા દડાવાળી કાચની નળી લઇને હું એમાં પાણી ભરૂં છું, અને દીવા ઉપર તપાવું છું. જોયું! પાણી કેવું ફૂલે છે? અને કેવું નળીમાં ઉંચું ચડે છે?

આ એક રબ્બરની થેલી લઇને તેમાં હું થોડી ફુંક મારીને પવન ભરૂં છું. જુઓ થેલી પૂરેપૂરી ન ભરતાં થોડીજ ભરૂં છું. હવે હું એને તપાવું. તપાવતાં તપાવતાં બળી ન જાય માટે આમ તેમ ફેરવવી જોઇએ હો! જુઓ થેલી ફૂલવા માંડી! અરે! ફૂલીને ગોળ થઈ ગઈ! જોયું ગરમી લગાડતાં વાયુ કેવો ફૂલે છે?!

उष्णतामापकयंत्रः—ગરમી લગાડવાથી પદાર્થ ફૂલે છે તે તમે જોયું, પછી તો ઘન હોય, કે પ્રવાહિ હોય કે વાયુરૂપ હોય. હવે જુઓ! બધા પદાર્થ સરખા ગરમ લાગે છે? હવાનીજ વાત

કરીએ? સવારમાં કેવું ટાઢું ટાઢું લાગે છે, અને બપોરે કેવો તાપ લાગે છે? અથવા શિઆળામાં હવા કેવી ઠંડી ઠંડી, અને ઉનાળામાં કેવી ગરમ ગરમ લાગે છે? આપણે પીએ છીએ તે પાણી કેવું ટાઢું અને નહાવાનું પાણી કેવું ઉનું હોય છે? આપણી આજુબાજુના સઘળા પદાર્થ સરખા ઉના હોતા નથી હવે હું તમને એમ પૂછું કે શિઆળાના કરતાં ઉનાળાની હવા કેટલી ઉની છે? અથવા આપણા પીવાના પાણી કરતાં નહાવાનું પાણી કેટલું ઉનું છે? તો તમે શું કહેશો? એ જાણવાને તમારી પાસે કાંઈ સાધન છે? નથી?! જુઓ, મારી પાસે તો છે! આ રહ્યું. એને ઉષ્ણતા માપક યંત્ર કહે છે.

आ. २९ मी.



આ યંત્ર તે એક સરખી પહોળાઇની કાચની નળી છે અને તેને એક છેડે ગોળ દડા જેવું છે, અને બીજે છેડેથી બંધ કરી લીધેલી છે. દડામાં પારો ભર્યો છે. અને નળીની ઉપરની જગો હવા વગરની ખાલી છે. એ નળીને પીતળની પટ્ટી ઉપર ચોંડી દીધી છે, અને પટ્ટી ઉપર નીચે "૦" અને ઉપર ૧૦૦ એ પ્રમાણે લીટા કરીને આંકડા માંડ્યા છે. જ્યારે જ્યારે પારાને ગરમી લાગે છે ત્યારે ત્યારે પારો નળીમાં ઊંચે ચડે છે. કેટલો ઊંચો ચડ્યો તે પટ્ટી ઉપરના આંકડાથી વંચાય છે. એ દરેક આંકાને અંશ કહે છે, અને જેટલા આંકા ઊંચો ચડે, તેટલા અંશ પારો ચડ્યો એમ કહેવાય છે.

ઘણાં ઉષ્ણતા માપક યંત્રમાં "૦" (શૂન્ય)ની નીચે અને ૧૦૦ ની ઉપર આંકા કર્યા હોય છે. આકૃતિમાં એ આંક ચિતર્યા નથી—

उष्णता मापक यंत्रथी गरमीनुं मापः—હવે આ યંત્રથી ગરમી કેમ મપાય છે તે તમને કહુંછું. જે પદાર્થની ગરમી માપવી હોય છે તે પદાર્થમાં અગર તેને અડકાડીને એ યંત્રને કેટલીક વાર રાખે છે, એટલે તે પદાર્થની ગરમી આ યંત્રને લાગીને એની અંદરનો પારો ગરમ થઇને ફુલે છે, તેથી ઉંચો ચડે છે. જેટલી ઉંચાઇએ પારો જાય તેટલી તે પદાર્થની ગરમી છે એમ કહેવાય. આ યંત્ર એટલું તો જલદ હોય છે કે એને લગીર તમારી આંગળી અડકાડો તો પારો ગરમ થઇને ઉંચો ચડે. અને લગીર ઠંડા વાનો સપાટો લાગે કે તરત નીચે ઉતરી જાય. નહાવાના પાણીમાં આ યંત્ર થોડીવાર રાખીને જોવું કે પારો કેટલો ચડયો. પછી પીવાના પાણીમાં મૂકીને જોવાથી તેનો પારો ઉતરી જશે. આથી ખબર પડશે કે પીવાનું પાણી નહાવાના પાણીથી કેટલું ટાઢું અથવા નહાવાનું પાણી પીવાના પાણી કરતાં કેટલું ગરમ છે.

उष्णता मावक यंत्रनी बनावट अने तेना जुदा जुदा प्रकारः—કારીગર લોકો આ યંત્ર કેવી રીતે બનાવે છે તે તમને કહું છું. સાંકડા ને સીધા કાણાવાળી અને એક છેડેથી બંધ એવી કાચની નળી લઇ તેનો બંધ છેડો તપાવીને ત્યાં ફૂકી ફૂકીને ગોળ દડા જેવું કરે છે. પછી તે નળીને પારો ભરેલા વાસણમાં ઉંધી બોળે છે જેથી પારો ઉંચો ચડી જાય છે, કેમકે ગરમીને લીધે નળીમાંથી હવા જતી રહેલી હોય છે, અને અંદર તદ્દન ખાલી જગા હોવાથી હવાના દબાણવડે પારો ચડી જાય છે. નળી પૂરી ભરાયા

પછી નળીને ફરી તપાવે છે, તેથી પારો ઉકળીને ફૂલે છે; ને કેટલોક બહાર નીકળી જાય છે. પછી નળીનો ઉઘાડો છેડો ગરમ કરીને બંધ કરી દે છે. આમ બે છેડેથી બંધ થયેલી અને પારો ભરેલી નળી તૈયાર થઇ, પછી તેને બરફનો ભૂકો ભરેલા વાસણમાં મૂકે છે. બરફથી પારો ઠંડો થઇને નીચે ઉતરે છે. ઉતરતાં ઉતરતાં છેક નીચે આવીને પછી જ્યારે ઉતરતો બંધ થાય છે ત્યાં કાનસની એક નિશાની કરે છે આને બરફ પીગળવાની નિશાની કહે છે. પછી એ નળીને ઉકળતા પાણીના વાસણમાં રાખે છે તેથી વરાળને લીધે પારો પાછો ઉપર ચઢે છે. ચ'ડતાં ચ'ડતાં બંધ થયો ત્યાં બીજી નિશાની કરે છે. આને પાણી ઉકળવાની નિશાની કહે છે. પછી આ નળીને કોઇ પતરાંની પટીપર જડીને બે નિશાનીની વચ્ચેની જગાના ભાગ પાડે છે. કેટલાંક યંત્રમાં બરફની નિશાની અગાડી "૦" કરીને પછી પાણીને ઉકળવાની નિશાની અગાડી "૧૦૦" કરે છે, અને વચલા ભાગના ૧૦૦ સરખા ભાગ પાડે છે. આવા યંત્રને સેન્ટિગ્રેડ (સોભાગવાળું) ઉષ્ણુતા માપક યંત્ર કહે છે. કેટલાકમાં બરફ અગાડી "૩૨" અને પાણી ઉકળવાની નિશાની અગાડી "૨૧૨" કરે છે અને વચલા ભાગના "૧૮૦" સરખા ભાગ પાડે છે. આવા યંત્રને ફેરનહાઇટ ઉષ્ણુતા માપક યંત્ર કહે છે.

રૂમર નામના એક વિદ્વાને બરફની નિશાની અગાડી "૦"ને પાણી ઉકળવાની નિશાની અગાડી "૮૦" કરીને વચલા ભાગના ૮૦ સરખા ભાગ પાડયા છે. એના યંત્રને રૂમર ઉષ્ણુતા માપક યંત્ર કહેછે.

ઘણા વિદ્વાનો એમ માને છે કે સેન્ટિગ્રેડ ઉષ્ણુતા માપક યંત્ર ઠીક છે, કેમકે તેના સો ભાગ હોવાથી ગણુતી કરવામાં સુગમ પડે

છે. આ ચોપડીમાં પણ એના પ્રમાણેજ ગણત્રી કરી છે.

પદાર્થના પ્રસરણ વિષે વધારે માહિતીઃ—ઘન પદાર્થ ગરમીથી ફૂલે છે, એ વાત ખરી, પણ તે થોડા. લોઢાની ૧૨ ફીટ લાંબી ચીપને "૦°" ગરમીથી "૧૦૦°" ગરમી સુધી તપાવીએ તો તે એક ઈંચના બે દશાંશ જેટલી લાંબી થાય. બધી ધાતુઓમાં જસત વધારે વધે છે. ૧૨ ફીટ લાંબી જસતની ચીપને "૦" થી તે "૧૦૦°" ગરમી આપીએ તો તે સરાસરી અર્ધો ઈંચ વધે છે.

પદાર્થ.	"૦°" ગરમીથી "૧૦૦°" ગરમી સુધી ૧૦૦૦૦૦ ઇંચિ લાંબી ચીપને તપાવીએ તો કેટલા ઇંચ વધે છે તે.
કાચ.	૮૫ ઇંચિ વધેછે.
તાંબુ.	૧૭૧ ,, ,,
પીતળ.	૧૮૮ ,, ,,
લોઢું (ઘડતરનું)	૧૨૦ ,, ,,
લોઢુ (ભરતરનું)	૧૦૯ ,, ,,
લોઢું (પોલાદ)	૧૧૪ ,, ,,
સીસું.	૨૮૨ ,, ,,
કલાઈ.	૧૯૬ ,, ,,
રૂપું.	૧૯૨ ,, ,,
સોનું.	૧૪૪ ,, ,,
પ્લેટીનમ.	૮૭ ,, ,,
જસત.	૨૯૮ ,, ,,

घन पदार्थ करतां प्रवाहि वधारे वधे छेः—માપથી ભ-રીને બાર શેર પાણી લઇને તેને "૦°"થી તે "૧૦૦°" ગરમી સૂધી તપાવીએ તેા તે માપથી અચ્છેર વધે છે. પારેા માત્ર પાશેર વધે છે.

પદાર્થ.	૧૦૦૦૦૦ શેર પદાર્થને "૦°" ગર-મીથી ૧૦૦° ગરમી સૂધી તપા-વીએ તેા શેર માપથી વધે છે.
પારેા.	૧૮૧૫ શેર.
પાણી.	૪૩૧૫ ,, વધે છે.

सघळाना करतां वायुरूप पदार्थ वधारे वधे छेः—૧૨ ગ્લાસ ભરીને હવા લઇને તેને "૦°" થી "૧૦૦°" ગરમી સૂ-ધી તપાવી હેાય તેા તે ૧૬ ગ્લાસ જેટલું ફૂલે છે એટલે ચાર ગ્લાસ જેટલી કદમાં વધે છે.—

प्रसरणना नियमने अपवादः—ઉપર કહી ગયા કે ગરમી-થી સઘળા પદાર્થ ફૂલે છે, પણ કેટલાક પદાર્થ એવા પણ છે કે જેને આ નિયમ નથી લાગતેા. પહેલું તેા પાણીજ! બરફ થવાની તક ઉપર ૪° થી તે ૦° ગરમી સૂધી ખરૂં જોતાં ઠંડીથી પાણી સંકેાચાવું જો-ઇએ, પણ ઉલટું ફૂલે છે. ફૂલવાથી બરફ પાણીથી હલકેા થાય છે

અને તરે છે. આથી જ્યારે શિઆળામાં નદી નાળાં બરફથી બંધાઇ જાયછે ત્યારે નીચેનું પાણી વહેતું હોયછે, અને તેથી જળજંતુ બિચારાં સુખે ફરહર કરે છે. આમ ન હોત તો બરફ થતાંજ બેચારાં બધાં જળચરો પાણીમાં અથાઇજ જાત ! એજ પ્રમાણે સુરમો નામની ધાતુ પણ ઠંડી પડે ત્યારે ફૂલેછે. આ ધાતુનો આવો ગુણ છાપખાનાંવાળાઓને ઠીક ઉપયોગનો થઇ પડ્યો છે. છાપવાનાં બીબાં જસતનાં બનાવતા. જસત જ્યારે ઠંડુ પડે ત્યારે સંકોચાય, અને તેથી બીબાંની તકતીમાં બરોબર ભરાય નહિ, તેથી અક્ષર સારા ઘાટદાર થાય નહિ. હાલ જસત જોડે થોડા સુરમાની મેળવણી કરેછે તેથી ઠંડા પડતી વખતે ફૂલીને બીબાની તકતી બધી ભરાયછે. જેથી અક્ષર જેવો કોતર્યો હોય તેવોજ મરોડદાર થાય છે.

प्रसरण संबंधी वधारे हकीकतः—ઘન અને પ્રવાહિ પદાર્થ જ્યારે ગરમીથી ફૂલે છે ત્યારે ઘણું જોર કરે છે. જો તમે એક લોઢાનો ગોળો બનાવીને તેમાં પાણી ભરો, અને તેનું મોઢું સ્ક્રૂથી મજબૂત કરો કે તેમાંથી પાણી નીકળવા પામે નહિ. અને પછી એ ગોળાને તપાવો તો પાણીના ફૂલવાનું જોર એટલું તો થશે કે ગોળો ફાટી જશે.

લોઢાના પૂલ, રેલવે વગેરે બાંધતાં આ ફૂલવાની ગોઠવણ રાખવી પડે છે. રેલવેના પાટા તો તમે જોયા હશે બરાબર જોડાજોડ ન ગોઠવતાં એક બીજાની વચ્ચે અડધા ઇંચેક જેટલી જગા બાકી રાખેછે. જેથી ઉનાળામાં પાટા લાંબા થાય તે વખત પોતાની જગાએજ રહે, ને ખશીને વાંકા ન થઇ જાય. જ્યારે ગાડીના પૈડાને પાટો ચડાવવો હોયછે ત્યારે લુવાર આ નિયમનો લાભ લેછે. પૈડાના

બેરાવા કરતાં ઓછી લંબાઇનો પાટો કાપીને તેને સાંધેછે, પછી એને ખૂબ તપાવે છે. જેથી તે પહોળો થઇ જાય છે, તપેલો ને તપેલો પૈડાપર ચડાવી દે છે ને પછી એકદમ ટાઢો પાડી દેછે જેથી તે સંકોચાઇને પૈડાંને મજબૂત દબાવી રાખે છે.

પદાર્થને વિશિષ્ઠ ઉષ્ણતા અથવા ગરમી લેવાની શક્તિ.

ગરમી લેવાની શક્તિ સઘળા પદાર્થોની સરખી નથી હોતી. જેટલી ગરમીથી કેટલાક પદાર્થ થોડા ગરમ થાયછે તેટલીજ ગરમીથી કેટલાક પદાર્થ ઘણા તપી જાયછે. આપણે જ્યારે ખરે બપોરે નદીએ નહાવા જઇએ છીએ ત્યારે સૂરજના તાપથી રેતી જેટલી તપી ગઇ હોયછે તેટલું નદીનું પાણી તપેલું હોતું નથી. તેમજ જો તેટલામાં લીલા ઘાસવાળી જમીન હોય તો તે પણ એટલી તપેલી હોતી નથી. આમ કેમ થતું હશે? તાપ તો બધી વસ્તુઓ ઉપર સરખો પડે છે. એનું કારણ એટલુંજ કે જો કે તાપ તો સરખો પડે છે પણ સઘળા પદાર્થની ગરમી લેઇ લેવાની શક્તિ સરખી હોતી નથી. પાણી અને લીલી ઘાસવાળી જમીનપોતાના ઉપર પડેલી ગરમી જાણે ખાઈ જતી હોય નહિ એમ બને છે. અને રેતી બિચારી ખાઇ શકતી નથી તેથી તપી જાય છે.

જેટલી ગરમીથી એક શેર પાણીની એક અંશ ગરમી વધે છે તેટલીજ ગરમીથી એક શેર લોઢું ૯ અંશ, શેર જસત ૧૧ અંશ અને શેર પારો ૩૦ અંશ ઉનો થાય છે.

આપણે એક શેર પારો લઇએ અને તેને ૯૨° ગરમી સુધી તપાવીએ. હવે એમાં શેર ટાઢું પાણી નાંખું છું. જુઓ, નાંખ્યા પહેલાં હું પાણીની ગરમી માપી જોઉં. જુઓ ૩૦° છે. હવે ગરમ

પારો ને ટાઢું પાણી બે એકઠાં થયાં એટલે પારાની ગરમી ઘટશે ને પાણીની વધશે. અને બેની ગરમી બરાબર થઈ રહેશે. પણ બીજો ફેર જોયો ?! પાણી માત્ર ૨° ઉનું થયું અને પારો ૬૦° ટાઢો પડ્યો. જુઓ બેની ગરમી ૩૨° અંશ છે! આ ઠેકાણે શું થયું ? પારામાંથી ૬૦° અંશ ગરમી નીકળીને પાણીમાં ગઈ તેથી પાણી માત્ર ૨° અંશ ગરમ થયું. જે ગરમી વડે પાણી ૧° અંશ ઉનું થાય છે તેટલીજ ગરમીવડે પારો ૩૦° અંશ ઉનો થાય છે, એમ થયું આ ઉપરથી પારાની ઉષ્ણુતા લેવાની શક્તિ, પાણીની ઉષ્ણુતા લેવાની શક્તિ કરતાં ૧/૩૦ જેટલી ઓછી છે.

આ પ્રમાણે પદાર્થમાં વધારે ઓછી ગરમી લઇ લેવાની શક્તિ હોય છે તેને તે પદાર્થની વિશિષ્ટ ઉષ્ણુતા અથવા ગરમી લેવાની શક્તિ કહે છે.

સરખી ગરમી હોય, પણ જે પદાર્થની વિશિષ્ટઉષ્ણુતા વધારે હોય તે થોડા તપે છે, ને જેની ઓછી હોય તે વધારે તપી જાય છે. આમ છતાં પાણીની વિશિષ્ટ ગરમી ૧, લોઢાની ૧/૯, જસતની ૧/૧૦ પારાની ૧/૩૦, તેલની ૧/૨, પથરાની ૧/૫, અને ગંધકની ૧/૫ હોયછે.

રૂપાંતરઃ—મેં તેમને પહેલા કહ્યું કે ઘન, પ્રવાહિ કે વાયુરૂપ ગમે તે જાતનો પદાર્થ હોય પણ ગરમી લગાડવાથી તે ફૂલે છે, પણ આ ફૂલવાને અમુક હદ હોય છે. એ હદ સુધી પ્રસરણ થઇને પછી પદાર્થનું રૂપાંતર થાય છે. એટલે જો તે ઘન હોયતો ગરમીથી વધી વધીને પછી પ્રવાહિરૂપમાં આવે છે ને પછી વધીને વાયુરૂપમાં આવે છે.

એક વાસણમાં સીસુ ભરીને તેને ખુબ તપાવીએ તો કાંઈ વખત સુધી તે તપી તપીને ફૂલશે, પણ પછીથી પ્રવાહિ રૂપમાં આવી જશે. જો તપાવવું જારી રાખશું તો પ્રવાહિ રૂપમાંથી તે વાયુરૂપમાં આવીને ઉડી જશે.

આપણે જાણીએ છીએ કે બરફ, પાણી, ને વરાળ, એ ત્રણે રૂપ એકજ પદાર્થનાં છે. કોપરાનું તેલ ઠંડું થાય એટલે થીજી જાય છે. થીજેલું ઘી તપાવીએ એટલે પાતળું પ્રવાહિ થાય છે, એ તો બધાને ખબર હશે. આ ઉપરથી જણાશે કે પદાર્થ ઘન હોય તો તેનું પ્રવાહિ રૂપ થાય; અને તેનું વાયુરૂપ થાય. માત્ર જરૂર જેટલી ગરમી લગાડવી જોઇએ. કેટલાક પદાર્થ એવા હોય છે કે તેને તપાવીએ તો ઘનનું પ્રવાહિરૂપ ન થતાં તરતજ વાયુરૂપ થઇ જાય. કેટલાક પદાર્થ એવા હોય છે કે તેને તપાવીએ તો તેનું પથક્કરણ થઇ જાયછે, જેમકે લાકડું. જે જે પદાર્થનો તે પદાર્થ બન્યો હોય તે તે છૂટા થઇ જાય તેને પ્રથક્કરણ થવું કહે છે. પાણી જે બે હવાનું બનેલું છે તે બે હવા તેમાંથી છૂટી પડે ત્યારે પાણીનું પ્રથક્કરણ થયું કહેવાય. આ વિશે રશાયન શાસ્ત્રમાં વધારે લખ્યું છે.

ઘન પદાર્થને તપાવ્યાથી તે પ્રવાહિ થાય છે, તે પ્રવાહિ હોય તો વાયુરૂપ થાય છે એમ ઉપર કહી ગયા, એનાથી ઉલટી રીતે વાયુરૂપને ઠંડક લગાડીએ તો પ્રવાહિ, અને પ્રવાહિને ઠંડક લગાડીએ તો ઘનરૂપ થાય છે, એ પણ કહેવું જોઇએ.

સઘળા જાણીતા વાયુરૂપી પદાર્થનું પ્રવાહિરૂપ થયું છે અને જો આપણે જોઇએ તેટલી ઠંડક લગાડી શકીએ તો તેનું ઘન રૂપ થાય

પરંતુ એટલી બધી ઠંડક લગાડી શકવાનાં સાધન આપણી પાસે નથી. આમ નથી કરી શકતા તેથી ઉપર કહેલો નિયમ ખોટો છે એમ ન સમજવું. આજે જે આપણે કરી શકતા નથી તે કરવાનાં સાધન કાલે કોઇને માલમ પડે.

ઘી કિંવા મીણ ઉનું કરવાને વધારે ગરમી જોઇતી નથી પરંતુ લોઢાનો રસ કરવા સારૂ ઘણોજ તાપ કરવો પડે છે. પ્લાટિનમ્ નામની નવી જડેલી ધાતુનો રસ કરતાં ઘણીજ ગરમી લગાડવી પડે છે.

ઠંડકને લીધે ઘી થીજીને બંધાઇ જાય છે, પાણીનો બરફ થઇ જાય છે, અને પારો પણ બંધાઇ જાય છે, પારાને બંધાઇ જવાને ૦° અંશ નીચે-૩૯° અંશ જેટલો ઠંડો કરવો પડે છે, વળી આલ્કોહોલ એટલે મદ્યાર્ક (દારૂનો તેજાબ) ગમે તેટલો ટાઢો પાડીએ તોપણ થીજી જતો નથી ઈ. સ. ૧૮૭૮ ના પાછલા ભાગમાં જીનોવાના પીકટેટ અને ચીલીટેટ નામના વિદ્વાન પ્રયોગશાસ્ત્રીઓએ વાતાવરણની હવાનું પ્રવાહિ બનાવ્યું હતું !

કેટલાક ઘન પદાર્થને પ્રવાહિરૂપમાં આવતાં કેટલી ગરમી જોઇએ છીએ તે નીચેના કોષ્ટકમાં બતાવ્યું છે.

પ્રવાહિમાં આવવાને કેટલી ગરમી જોઇએ.	પદાર્થ.
૧૫૦૦° અંશ ગરમી લગાડીએતો	લેાઢું પીગળીને રસ થાય.
૧૨૫૦° ,,	સેાનું ,,
૧૦૦૦° ,,	રૂપું ,,
૩૨૫° ,,	સીસું ,,
૨૩૫° ,,	કલાઇ ,,
૦° ,,	બરફનું પાણી થાય છે.
—૩૯° ,,	થાજેલેા પારેા પ્રવાહિ થાય.

ठंडक एटले शुं ? આ પ્રકરણમાં ઠંડક એ બેાલ ઘણીવાર વાપર્યો છે. એનેા અર્થ તમને સમજાવવેા જોઇએ.

તમે તમારી અગાડી કાચનાં ત્રણ ગ્લાસ મૂકેા. તેમાંના એકમાં બરફવડે ટાઢું કરેલું પાણી ભરેા, બીજામાં પીવાનું ગેાળીનું પાણી, અને ત્રીજામાં નહાવાનું ઉનું પાણી ભરેા. હવે તમારી આંગળી બરફવાળા પાણીમાં થેાડીવાર રાખેા, અને પછી તે પીવાના પાણીમાં બેાળેા, તમને પીવાનું પાણી ગરમ લાગશે. હવે પાછી તમારી આંગળી નહાવાના પાણીમાં થેાડીવાર બેાળી રાખીને પછી પીવાના પાણીમાં બેાળેા. તમને હવે એ પાણી ટાઢું લાગશે. કેાઇ તમને પૂછે કે પીવાનું પા-

ણી ગરમ છે કે ટાઢું ? તો શો જવાબ દેશો ? બરફ કરતાં ગરમ અને નહાવાના પાણી કરતાં ટાઢું. આ ઉપરથી તમે સમજ્યા હશો કે કોઇ પદાર્થ એક પદાર્થથી ટાઢો હોય છે તેનો તેજ બીજા પદાર્થથી ગરમ પણ હોય છે.

વળી એક બીજી વાત કહું. સવારના મોટા પરોઢમાં બહારની ઠંડી હવામાં ઘડીએક ફરીને ઘરમાં આવીને ગોળીનું પાણી પીશો તો તે તમને ઉનું લાગશે. બપોરે તાપમાં ઘડીએક ફરીને પછી તેનું તેજ પાણી પીશો તો તે તમને ટાઢું લાગશે. પરંતુ ઉષ્ણુતા માપક યંત્રવડે એ ગોળીનું પાણી સવારે ને બપોરે માપશો તો સવારના કરતાં બપોરે ઉલટું ઉનું માલમ પડશે.

ત્યારે ઠંડી એટલે ઓછી ગરમી એવોજ અર્થ થયો. એમ નહિ કે ગરમી બિલકૂલ નહિ; આપણે જે પદાર્થને ઠંડા કહીએ છીએ તે પણ ગરમ હોયછે. માત્ર એટલુંજ કે તેમાં ગરમી ઓછી હોયછે.

ઉષ્ણુતા માપકયંત્રમાં બરફ પીગળવાની ગરમી ૦° લખી છે, પણ ખરૂં જોતાં તે ૦° નથી. ખરી રીતે જોતાં તો ૦° કયારે હોયતે કહેવાતુંજ નથી. બરફથી પણ વધારે ઠંડા એટલે ઓછી ગરમીવાળા પદાર્થ છે પણ બિલકૂલ ગરમી ક્યાં નથી, એ કહેવાતું નથી.

ગરમી અને ગુપ્ત ગરમીઃ--જમીનપર વરસાદનું જેટલું પાણી પડે છે તેટલું બધું કાંઇ વહી જતુ નથી. જમીનમાં કેટલુંક પાણી પચે, અને જમીન તૃપ્ત થાય, પછી પાણી વહે છે. તેજ પ્રમાણે પદાર્થ ઉપર જેટલી ગરમી પડે તેટલી ગરમી જણાતી નથી. કેટલીક ગરમી તેમાં પચી જાય છે ને પછી જ્યારે વધારે ગમી અંદર પચી શકતી નથી ત્યારે બાકી રહેલી ઉષ્ણુતા માપક

યંત્રને અથવા સ્પર્શને જણાય છે. જે ગરમી પદાર્થમાં પચી ‘ગઇ’ અને સ્પર્શથી જણાતી નથી તેને ગુપ્ત ગરમી કહે છે.

પાણીની ગુપ્ત ગરમીઃ—૧૦૦° અંશ ગરમીવાળુ એક શેર પાણી લઇ તેને ૦° અંશ ગરમીવાળા એક શેર બરફપર રેડીએ તેા બરફ પીગળી જશે, અને બશેર પાણી થશે. આ પાણીમાં ઉષ્ણુતા માપક યંત્ર મૂકીને તપાસીશું તેા તેની ગરમી માત્ર ૧૦° અંશ રહી હશે. બાકીની ૯૦° ગરમી કયાં ગઇ? તેમાંથી ૧૦° ગરમી શેર બરફનું પાણી થયું તેમાં છે તેા ૮૦° અંશ ગરમીનું શું થયું? બશેર પાણીમાં એક શેર તેા પહેલાં હતું, ને એક શેર બરફનું થયું, અને તે બંનેમાં ૧૦° અંશ ગરમી છે તેા ૮૦° અંશ ગરમીનું શું થયું? એ ૮૦° અંશ ગરમી બરફનું પાણી બનતાં પાણીએ ચુશી લીધી. ઉષ્ણુતા માપક યંત્રને એ ગરમી જણાતી નથી, માટે એ ગુપ્ત ગરમી છે. હવે તમે સમજ્યા કે પાણીની ગુપ્ત ગરમી ૮૦° અંશ છે?

વરાળની ગુપ્ત ગરમીઃ—જેમ બરફનું પાણી થતાં કેટલીક ઉષ્ણુતાની જરૂર પડેછે તેજ પ્રમાણે પાણીનું વાયુરૂપ થતાં પણ ગરમી ખપી જાય છે. વરાળ થતાં ૫૩૭° અંશ ગરમી ખપી જાયછે, એટલે વરાળની વિશિષ્ટ ગરમી ૫૩૭° અંશ છે.

બરફને જ્યારે તાપ લાગવા માંડે છે ત્યારે તે એકદમ પીગળી જતેા નથી. જેમ જેમ તેમાં ગરમી આવે છે. તેમ તેમ તેનાં રજકણ પીગળે છે એ સબબથી બરફનું પાણી થતાં વાર લાગે છે. ઘી તેા તમે ઉનું થતાં જોયું હશે. જેવું દેવતા ઊપર મૂકીએ કે તરત કાંઇ પીગળે છે? ધીરે ધીરે પીગળી જાયછે. એજ પ્રમાણે બરફનું

પણ બનેછે. એજ પ્રમાણે વરાળ થતાં પણ વાર લાગે છે.

ઉપર કહ્યા પ્રમાણે રૂપાંતર થતાં વાર લાગે છે તે સારૂં છે, નીકર આપણે પંચાતમાં આવી પડત. પાણીમાં નાંખીને ચેાખા બાફવા મૂક્યા કે ગરમી લાગતાંજ તેની વરાળ, અને ચેાખા કોરાને કોરા! પછી ઉનેા ઉનેા પણ પેાચેા, સીજેલેા ભાત, શાક, બધુ ક્યાંથી ખાત?! પછી તેા બધું સૂકું ને ખણખણતુંજ તેા? તેમજ હિમાલય જેવા પર્વત ઉપરનું બરફ એકદમ પીગળત તેા તેથી સિંધૂ, ગંગા, જમુનાં, વગેરે નદીઓમાં એકદમ રેલ આવી જાત, અને બધું ઉત્તર હિંદુસ્તાન ડૂબી જાત!

વાષ્પભવનઃ—૮૦° અંશ ગરમીવાળુ શેર પાણી ૦° ગરમીવાળા બરફની જોડે ભેળીએ તેા તે ગરમી બરફનું પાણી થવામાં જતી રહે છે અને થયેલા પાણીની ગરમી ૦° અંશ રહે છે. એવું તમને પહેલાં કહ્યું એ ખપી ગયેલી ગરમીને ગુપ્ત ગરમી કહે છે તે પણ તમેા જાણેા છેા. પાણી જ્યાં ૧૦૦° અંશ ઉકળ્યું કે તેની વરાળ થવા માંડે છે. ધારેા કે આપણે પાણીને એવી તકબીરથી ઉકાળીએ કે તેને દર કલાકે ૫૦° ગરમી લાગે. ૦° અંશથી તે ૧૦૦° અંશ ગરમીવાળુ થતાં બે કલાક થશે અને વરાળ થવા લાગશે. ત્યારપછી એમને એમ તપાવે જઇએ અને લગભગ ૧૦॥ કલાક સુધી તપાવીએ તેા પાણીને સુમારે સાડી પાંચસેં જેટલી ગરમી લાગે એ ખુલ્લુંજ છે; આ પ્રમાણે ગરમી લગાડ્યા પછી એ પાણીને અને વરાળને માપી જોઇએ તેા તેમની ગરમી ૧૦૦° અંશજ જણાશે! ત્યારે કલાકના ૫૦° અંશને હિસાબે ૧૦॥ કલાક સુધી લગાડેલી ગરમી કયાં ગઇ? વરાળની ગરમી ૧૦૦° અંશ કેમ? એ ગરમી

વરાળે ચુશી લીધી અને ઉષ્ણતા માપકયંત્રને લાગતી નથી માટે એ વરાળને ગુપ્ત ગરમી કહે છે.

ઉપર તમને કહ્યું કે પાણી ૧૦૦° ગરમ થયું કે વરાળ થવા લાગે છે પરંતુ પાણીમાં બીજો એ ગુણ છે તે એ કે પાણી ગમે તેટલી ગરમીએ પણ વાયુરૂપ ધારણ કરે છે. એટલે તેની વરાળ બને છે, માત્ર જો પાણી ઉનું હોય તો વરાળ ઘણી બને છે અને ટાઢું હોય તો થોડી બને છે, એટલેાજ ફેર આપણે વળગણી ઉપર ધોયેલાં ધોતીયાં સૂકવીએ છીએ તે કેમ સૂકાઇ જાય છે, તેનો તમે વિચાર કર્યો છે? ધોતીયાંની અંદરના પાણીની વરાળ થઇને ઉડી જાય છે, એ તો બધાએ જાણે છે તમારે ઘેર જઇને એક વાડકીમાં પાણી ભરીને ગોખલામાં મૂકી છાંડજો, અને છ સાત દિવસ પછી જોશોતો વાડકીમાં કાંઇ એ નહિ રહ્યું હોય આ રીતે પાણીની વરાળ થઈ જાય છે તેને "બાષ્પભવન" એવું નામ આપ્યું છે.

वराळ विषे भूल भरेली समजः—વરાળ વિશે કેટલીક ભૂલ ભરેલી સમજ હોય છે, તે સુધારવી જોઇએ, તળાવ અગર નદી કાંઠે ધૂમાડા જેવું હોય છે. એ વરાળ નથી; તપેલીમાં પાણી ઉનું મૂક્યું હોય અને તેમાંથી ધોળા ધૂમાડા જેવું નીકળે છે એ પણ વરાળ નથી. આગગાડીનું ઇંજિન ફું ફું કરીને ધોળા ધોળા ગોટેગોટા કાઢે છે એ પણ વરાળ નથી, એ બધાને વરાળ કહેવામાં આપણે ભૂલ કરીએ છીએ.

વરાળ તો દેખાય નહિ એવી હોય છે! તમે વા દેખો છો? એજ પ્રમાણે વરાળ પણ દેખાય નહિ? વરાળ જ્યારે ટાઢી પડે છે ત્યારે પાણીના રૂપમાં આવે છે ત્યારે તે દેખાય છે પણ તે મૂળ વ-

રાળ નહિ; પરંતુ વરાળનું પાણી છે મહાસાગરમાંથી રોજ વરાળ થઇ થઇને આકાશમાં જાય છે અને તેનાં વાદળાં બને છે. એ વાદળામાંથી વરસાદ આવે છે. એ તો બધાને ખબર છે.

પાણીનું ઉકળવું:—ચૂલા ઉપર પાણી મૂકીએ એટલે તેમાં ગરમી આવવા માંડે છે, એ ગરમીને પહેલા બે કામ કરવાં પડે છે. કેટલીક ગરમી પાણીને ઉનું કરે છે ને કેટલીક તેનું બાષ્પભવન કરે છે. એ પ્રમાણે પાણીની ગરમી ૧૦૦° અંશ થાય ત્યાંસૂધી એમ થયાં જાય છે, ત્યારપછીની બધી ગરમી બાષ્પભવન કરવામાંજ કામે લાગે છે. અને પાણીની ગરમી ૧૦૦ થી વધતી નથી પાણીની વરાળ થઇને ખળખળ કરતી ઉપર આવે છે ત્યારે આપણે પાણી ઉકળ્યું-ખળખળ્યું એમ કહીએ છીએ.

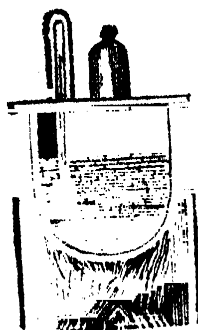
पाणी उपर जेम वधारे दबाण तेम तेने उकळाने वधारे गरमी जोइए छीए:—પાણી ઉપર વાતાવરણ અથવા બીજું જેટલું દબાણ હોય તેટલા પ્રમાણમાં એને ઉકળ ગરમી જોઇએ છીએ, જો દબાણ વધારે હોય તો પાણી ૧૦૦ કરતાં વધારે ગરમીએ ઉકળે છે, અને જો દબાણ ઓછું હોય તે ૧૦૦° કરતાં ઓછી ગરમી જોઇએ. સમુદ્રકાંઠે વાતાવરણનું દબાણ વાયૂભારમાપક યંત્રમાં પારાને સુમારે ત્રીશ ઈંચ ઉંચો રાખે એટલું હોયછે તેવી જગાએ ૧૦૦° અંશ ગરમીથી પાણી ઉકળેછે. મહાબળેશ્વરનો પર્વત જે સમુદ્રની સપાટીથી ૪૦૦૦ ફીટ ઉંચો છે ત્યાં વાતાવરણનું દબાણ ૨૬ ઈંચ કરતાં વધારે નથી. ત્યાં પાણી ૯૬° અંશ ગરમીએ ઉકળે છે.

વરાળયંત્રમાં વરાળ બહુ જોરવાળી તૈયાર કરવી પડે છે, તેથી પાણી ઉકાળવાનું વાસણ લોઢાના જાડા પતરાનું બનાવેછે. આ વાસણ ચોતરફથી બંધ હોયછે માત્ર એક નળીમાં જઈને એની અંદરના ઢંકાને ધકેલે એટલી જગા વરાળને જવાને રાખી હોયછે. વાસણની નીચે દેવતા હોયછે. તેની ગરમીથી વરાળ થાય છે. અને બહાર નીકળવાને ગોઠવણ ન હોવાથી વાસણના ઉપલા ભાગમાં એકઠી થાયછે. વાસણની અંદરના પાણી પર આ વરાળનું દબાણ થાયછે. આથી ૧૦૦° અંશ કરતાં વધારે ગરમી થાય ત્યારે ઉકળે છે અને વરાળ ઘણી તપેલી હોવાથી તેમાં પણ ઘણું જોર આવે છે.

પાણી ઉપર વધારે દબાણ હોય તો તેને ઉકળતાં વધારે ગરમી જોઇએ અને ઓછું હોય તો ઓછું એ નીચેના પ્રયોગથી તમને જણાશે.

એક ધાતુનું વાસણ લઈ તેને શગડી ઉપર મૂકો, એના ઉપર એક બરોબર બંધ બેસતી તાસક ઢાંકો કે તેમાંથી વરાળ નીકળવા પામે નહિ. એ તાસકમાં ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એક કાણું જોઇએ જેમાં એક ઉષ્ણતા માપક યંત્ર ખોસવું જોઇએ. જેમ જેમ પાણી તપવા માંડશે તેમ તેમ ઉષ્ણતા માપક યંત્રમાં પારો ચડવા માંડશે. તે જ્યારે ૧૦૦° અંશ સુધી ચડશે ત્યારે પાણીની વરાળ થશે. અને ઢાંકણાને આઘુ ખસેડી દઈને બહાર નીકળશે. હવે એ ઢાંકણાપર તમે એક વજન મૂકો જેથી બહુ જોર કર્યા વગર વરાળથી બહાર નીકળાય નહિ. વરાળ વાસણમાં એકઠી થશે અને તેનું દબાણ પાણીપર થવાથી તેને ઉકળવાને વધારે ગરમી જોઇશે,

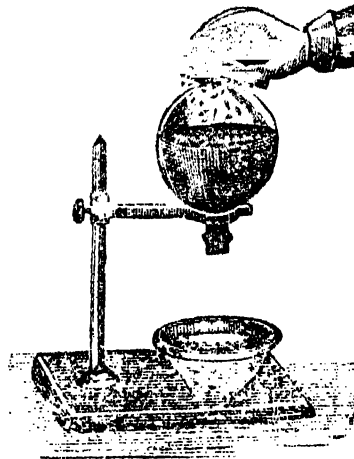
આકૃતિ ૩૦ મી.



અને પાણીને અત્યાર સુધી ૧૦૦° અંશ ઉનું કર્યું. તે હવે વધારે ઉનું થયું. અને જુઓ ઉષ્ણુતામાપક યંત્રમાં પારો ઉંચો ચડયો !

पाणी उपरनुं दबाण जेम ओछुं थाय छे तेम तेने उकळवाने ओछी गरमी जोइए छीएः--એક કાચની કુંપી લઇને તેને અરધી પાણીથી ભરો. પછી દીવા ઉપર એની અંદરનું પાણી ઉકળે ત્યાં સુધી તપાવો. વરાળને લીધે કુંપીની અંદરની હવા બહારૂ નીકળી જશે. પછી કુંપીને દીવા ઉપરથી લઇ જઇને મજબુત બુચ મારીને બંધ કરો. પછી એને આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે ઉંધી મૂકો. કુંપની અંદરનું પાણી ઉકળતું બંધ પડે કે તરત એક ભીનો કડકો લેઇને તેને કુંપી ઉપર નીચોવો, એટલે કુંપીની અંદરનું પાણી ફરીથી ઉકળવા માંડશે. પાણીને તપાવીએ ત્યારે ઉકળે એ તો બધાએ જાણે છે, પણ આ તો ઉલટું ટાઢું પાણી રેડયું, ત્યારે ઉકળ્યું ! આ કેવો ચમત્કાર ! એમ કેમ થયું તે હું તમને સમજાવું. કુંપી ઉપર ટાઢું પાણી રેડયું નહોતું ત્યારે

आकृति ३१ मी.



એની અંદરના પાણી ઉપર દેખાય નહિ એવી વરાળનું ઘણું દબાણ તુ. જેવું ટાઢું પાણી નાંખ્યું તેવી અંદરની વરાળ ટાઢી થઇને ાઇ ગઇ, ને પાણીની ઉપરનું દબાણ ઓછું થઇ ગયું, અને એમ થયું કે તુરત પાણી ફરીથી ઉકળ્યું !

पदार्थनुं रूपांतर थतां तेना कदमां पण फेरफार थाय छे:—જ્યારે પદાર્થનું રૂપાંતર થાયછે, ત્યારે તેના આકારમાન એટલે કદમાં ફેરફાર થાયછે. પદાર્થ જ્યારે ઘનમાંથી પ્રવાહિ, અને પ્રવાહિમાંથી ઘન રૂપમાં આવેછે. ત્યારે તેના આકારમાનમાં બહુ ફેર પડતો નથી, પણ જે થોડો ફેરફાર થાયછે તે ઘણા જોરથી થાયછે. પાણી ઠંડીથી જામીને બરફના રૂપમાં આવે છે ત્યારે ફૂલે છે એવું તમને પહેલાં કહ્યું છે. જો એક મજબૂત દેગડામાં પાણી ટંકોટંક ભ-

રીને પછી એને એવું સજ્જડ ઢાંકણું દેા કે તેમાંથી પાણી બહાર આવી શકે નહિ. પછી એ દેગડાને એટલી ઠંડક લગાડેા કે તેથી તેની અંદરનું પાણી બરફ થઇ જાય. તેા એ દેગડેા ગમે તેવેા મજબૂત હશે તેાપણ ફાટી જશે. પાણીની પેઠે લેાઢું પણ ઠરે છે ત્યારે ફૂલે છે. લેાઢાને તપાવીને બીબામાં તેનેા રસ નાંખીને કેટલીક ચીજો બનાવાય છે. એ રસ ટાઢેા પડતાં ફૂલેછે. તેથી બીબાંના દરેક ખૂણા ખેાચરામાં ભરાયછે; ને બરેાબર ભાત ખુલી નીકળે છે. પણ સેાનું, રૂપું, તાંબુ, એ ધાતુએા ઠરેછે ત્યારે સંકેાચાયછે. તેથી બીબામાં દરેક ખૂણેખેાચરે ભરાઇ જતી નથી એથી એ ધાતુના પદાર્થ બનાવવા હેાય તેા તેને ઠેાકી અથવા કેાતરીને બનાવે છે.

પ્રવાહિરૂપમાંથી વાયુરૂપમાં આવતાં પદાર્થના આકારમાન એટલે કદમાં બહુજ અજાયબ જેટલેા ફેર પડેછે. એક ઘન ઇંચ પાણીની વરાળને રહેવાને ૧૭૦૦ ઘન ઇંચ જગા જોઇએ છીએ?

गरमी अने आकर्षण एकबीजाथी उलटांछे:—ગરમીનાં બધાં કામ આકર્ષણ શક્તિથી ઉલટાં હેાયછે. ગરમીને આકર્ષણ શક્તિને જાણે લડાઇ હેાય નહિ એવું છે. આ જગતમાં ગરમી એ કાંઇ વિલક્ષણ પ્રકારની શક્તિ છે. જો ગરમી ન હેાત તેા સઘળા પદાર્થ આકર્ષણથી એકઠા થઇને એક મેાટેા ગેાળેા થાત? તેમજ જો આકર્ષણ શક્તિ ન હેાત તેા ગરમીએ બધા પદાર્થને વાયુરૂપમાં આણીને આકાશમાં ફેલાવ્યા હેાત! આ બે શક્તિએા છે તેા આપણે આ જગત્‌માં જૂદા જૂદા પ્રકારના પદાર્થ જોઇએ છીએ. અને સુખ દુઃખ ભેાગવીએ છીએ.

गरमीथी थती क्रियाओ:—ગરમીને લીધે જે જે બના-

વ બને છે તેમાંના મુખ્ય મુખ્યની હવે આપણને ખબર પડી. ગરમીથી દરેક પદાર્થ ફુલે છે. તેમનું રૂપાંતર થાય છે, એટલે ઘનનું પ્રવાહિ, પ્રવાહિનું વાયુરૂપ એમ થાય છે. પદાર્થ ગમે તેવો જબરો હોય પણ ગરમી તેને નરમ માંખણ જેવો બનાવે, એ ધારે તો પદાર્થને પાણી જેવો પાતળો કરી દે, અને એ ધારે તો એને વાયુ જેવો હલકો કરી દે ? !

गरमीनो उपयोगः—ધાતુઓ જૂદે જૂદે રૂપે જમીનમાં રહેલી છે તેને કાઢીને અને જૂદી પાડીને આપણે માણસોના સુખને સારૂ જૂદી જૂદી જાતનાં વાસણ કરીએ છીએ. એ બધું આપણે ગરમીની મદદથીજ કરી શકીએ છીએ.

રસાયનિક સંયોગમાં તો ગરમીનો બહુજ ખપ પડે છે. જસત અને તાંબું એ બે ધાતુઓને પાસે પાસે રાખી મૂકીએ તો કાંઇ તેનો સંયોગ થઇને પીતળ બને નહિ. પરંતુ તેને તપાવીએનો એ ધાતુઓ પીગળીને એક બીજા જોડે મળે તો પીતળ થાય. દીવામાં તેલ પૂરી તેમાં દીવેટ મૂકી છાંડીએ તો કાંઇ દીવો થાય નહિ. દીવેટને સળગાવવી તો જોઇએ. એકવાર દીવેટ સળગી એટલે પછી તેની અંદરના તેલનું ગરમીથી પ્રથક્કરણ થાય છે અને તેમાંથી હૈદ્રોજન અને કાર્બોન પેદા થાય છે. હવાની અંદરના ઓક્સિજન જોડે એ બંનેનો સંયોગ થાયછે અને તેથી દીવાની જોત દેખાય છે. દીવાની જોતમાંથી વળી વધારે ગરમી પેદા થાયછે, અને તેથી વળી વધારે તેલનું પૃથક્કરણ થાયછે. એ પ્રમાણે જ્યાં સુધી દીવીમાં તેલ હોયછે ત્યાંસુધી બને છે. અને દીવાની જોત દેખાયછે. તેલ થઇ રહ્યું, દીવો ઓલવાઇ જાયછે.

रसायनिक मिश्रण थतां केटलीकवार गरमी अने केटलीक ठंडक उत्पन्न थाय छेः—કેટલાંક રસાયનિક મિશ્રણોમાંથી ગરમી પેદા થાયછે અને કેટલાંકમાંથી થંડી પેદા થાયછે. કળીચૂનો અને પાણી બે થંડા પદાર્થ છે. પણ જ્યાં એકઠા કરીએ કે તેમાં એટલી ગરમી ઉત્પન્ન થાયછે કે આપણે આંગળી ધાલીએ તેા દાઝી જઇએ. ખાવાનું મીઠું અને બરફનો ભૂકો એને એકઠાં કરીએ તેા તેમાંથી થંડક પેદા થાયછે. એ ઠંડક બરફથી પણ વધારે છે. એટલે બરફમાંથી પણ ગરમી ઓછી થઇ જાયછે. મીઠું અને પાણી એ બે વચ્ચે રસાયનિક પ્રીતિ બહુ હેાયછે, તેથી મીઠું, પાણી જોડે મળી જાયછે. પણ બરફનું પાણી થતાં ગરમીનેા ખપ પડે છે. અને એ ગરમી ગુપ્ત ગરમીને રૂપે રહે છે. એ આપણે પહેલાં જોઇ ગયા. આ બરફ એ ગરમી ક્યાંથી લાવે? પેાતાની ગરમીએ રૂપાંતર થતાં ખપે છે અને એ પ્રમાણે ગરમી ગુપ્ત થઈ જવાથી એ મેળવણી ઠંડી થઈ જાય છે.

हथेलीमां ठंडो पदार्थ मुकतां ते स्थळे ठंडक शा कारणथी जणाय छेः—કેટલાક પદાર્થો જલદીથી વાયુરૂપ ધારણ કરે છે અને તેથી ઘણી ઠંડક પેદા કરેછે. જુઓ, હું તમારા હાથમાં આ ઇથિર નામની દવા રેડું છું. કેમ? બહુ ટાઢું ટાઢું લાગે છે કે, એનું કારણ સમજ્યા? ઇથર વાયુરૂપ ધારણ કરેછે, પણ એ રૂપ ધારણ કરતાં જે ગરમી જોઇએ તે ક્યાંથી લે છે? તમારા હાથમાંથી; જે જગાએ તમારી હથેલીમાં ઇથર છે તે જગાએથી ગરમી લઇ લે છે અને તેથી તમને ઠંડક લાગે છે.

पाणीनो एक गमत भर्यो प्रयोगः—પાણીનેા એક રમૂજ ભરેલેા પ્રયેાગ કરાયછે. વાયુશેાષક યંત્રમાં કાચના વાસણની નીચે છીછરા વાસણમાં પાણી ભરવું. અને એક ગંધકનેા તેજાબ ભરેલેા પ્યાલેા પણ પાણીના વાસણની પાસે અને કાચના વાસણની નીચે મૂકવેા. પછી એમાંથી વાયુ શેાષવા માંડવેા. પાણી ઉપરથી જેવું હવાનું દબાણ ઓછું થયું કે પાણીનું બાષ્પભવન થવા માંડશે ગંધકનેા તેજાબ પાણીની વરાળને ચુશી લેશે. કેમકે એને અને પાણીને ઘણી રસાયનિક પ્રીતિછે. એમ જેમ જેમ તમે હવા ખાલી કરતા જશેા તેમ તેમ પાણીનું બાષ્મ ભવન એટલું તેા વધારે જલદી થશે, અને બાષ્મભવન થતાં થતાં પેાતાની અંદરથી ગરમી એટલી તેા ચૂશી લેશે (તમે જાણેા છેા કે વરાળને ગુપ્ત ગરમી ઘણી જોઇએ છીએ.) કે પાણીનેા બરફ થઇ જશે.

उनाळामां माटीना बेडामां पाणी राखवानुं कारणः—તમે બધાએ જાણેા છેા કે ઉનાળામાં માટીના બેડાનું પાણી વધારે થંડુ, અને પીતળનાનું ગરમ હેાયછે. ધાતુના વાસણમાંથી પાણી બહાર ઝમી આવતું નથી, પણ માટીના વાસણમાંથી પાણી બહાર ઝમી આવે છે અને બાષ્મ ભવન થઇને ઉડી જાય તેમ તેમ બીજું પાણી ઝમી આવે છે. બાષ્મ ભવન થતાં જે ગરમી જોઇએ તે પાણીમાંથી ઘટેછે, અને તેથી પાણી ટાઢું થાયછે.

તમે જો ભર ઉનાળામાં બપેારે નદીએ ગયા હેા, ને પાણી પીવું હેાય અને નદીનું પાણી તેા ઘણું ઉનું હેાય તેા હું તમને એક ઉપાય બતાવું, તમારી પાસે ચેાખ્ખું લૂગડું હેાય તેા તેને પાણીમાં બેાળવું. અને પછી એને પહેાળું કરીને પવન લાગવા દેવેા. પછી જો

નીચોવો તો એ પાણી ટાઢું હિમ જેવું લાગશે. લુગડાની અંદરના પાણીનું બાષ્પભવન થવાથી ગરમી ઘટી જાયછે.

ગરમીનું પ્રસરણઃ—ગરમી કોઈ દિવસ એક જગાએ રહેતી નથી. નિરંતર ફેલાયાજ કરે છે. એકાદો ગરમ પદાર્થ બીજા થંડા પદાર્થની પાસે મૂકીએ તો તે પદાર્થમાંથી ઠંડા પદાર્થમાં જવા માંડેછે. ગરમ પદાર્થ ઠંડો થાયછે અને ઠંડો પદાર્થ ગરમ થાય છે.

ગરમ પદાર્થને અડવાથી અથવા દેવતાને અડવાથી જ્યારે પદાર્થ ગરમ થાય છે ત્યારે તે એકદમ ગરમ થતો નથી. જે ભાગને અગાડીથી ગરમી લાગે છે તે પહેલો તપે છે, પછી તેની પાસેનો, એ પ્રમાણે બધો પદાર્થ તપી જાયછે. દેવતામાં લોઢાની કડછી મૂકીએ તો પહેલાં તેનો દેવતામાં મૂકેલો ભાગ તપેછે. પછીથી તેનો દાંડો ઉનો થાયછે. અને પછી બીજી તરફનો છેડો ઉનો થાયછે. જેમ પાણીમાં લહેરો ઉત્પન્ન થાયછે તે પ્રમાણે પદાર્થમાં ગરમીની પણ લહેરો ઉત્પન્ન થાય છે.

જુઓ, મારા હાથમાં એક ધાતુનો તાર લઇને તેનો એક છેડો હું આ દીવામાં ધરૂંછું. દીવામાંનો છેડો તપીને લાલચોળ થઇ ગયો! આ બીજો છેડો પણ ગરમ ગરમ થઈ ગયો! હવે તો મારાથી ઝલાતો પણ નથી! લો મંગળજી, તમે ઝાલો! હેં! દાઝો છો કે? આ ધાતુનો તાર ઉષ્ણુતા વાહક છે એ સમજ્યા?!

હવે આ અગરબત્તી લઇને હું એને સળગાવું છું. જુઓ, એક છેડો સળગીને બળ્યા કરે છે. આટલીવાર થઇ પણ એ પોતે તપી નથી. તમે લો જોઉં! કેમ, ઉજમશી, દાઝો છો કે?! ના?! ત્યારે જોયું આ અગરબત્તી તે મંદવાહક છે, કેમકે એમાં ગરમી જઇ શકતી નથી.

ઉષ્ણતાવાહક અને મંદવાહક પદાર્થોઃ—આ બે પ્રયોગપરથી તમારા સમજવામાં આવ્યું હશે કે કેટલાક પદાર્થ વહેલી તપી જાય એવા છે ને કેટલાક તપતા નથી. જેમાં ગરમી વહેલી પસરે છે તેને ઉષ્ણતાવાહક કહે છે. લાકડું કે એવા બીજા પદાર્થો જેમાં ગરમી જઇ શકતી નથી તેને મંદવાહક કહે છે. સઘળી જાતની ધાતુઓ ઉષ્ણતાવાહક છે એટલે એમને દેવતામાં મૂકીએ તો તે વહેલી વહેલી ઉની થઇ જાય છે. ધાતુના પદાર્થમાં બે ગુણ હોય છે. એક તો તે મજબૂત હોય છે અને વળી તે જલદીથી તપી જાય છે. આ બે ગુણ સાથે હોવાને લીધે ધાતુઓ ઘણા કામમાં વપરાય છે. રાંધવાનાં વાસણ, પાણી ઉનું કરવાનાં વાસણ, પાણી ભરી રાખવાનાં વાસણ, બધાં ધાતુનાં હોય છે. આગગાડી અથવા બીજા સંચામાં વરાળ ભરવાનાં વાસણ પણ ધાતુનાંજ બનાવે છે. કેમકે તેથી અંદરનું પાણી વહેલું ઉનું થાય છે, અને વરાળ થયા પછી વરાળના જોરને લીધે આવાં વાસણ ફાટી જતાં નથી.

મંદવાહક પદાર્થોની જરૂર તેનો ઉપયોગઃ—મંદવાહક પદાર્થ પણ જરૂરના છે. ઉન, પીછાં, લાકડું, રૂ, વગેરે પદાર્થ વહેલા તપી જતા નથી. જોવા જઇએ તો પાણી અને હવા પણ મંદવાહક છે, પરંતુ પ્રવાહિ અને વાયુરૂપ હોવાને લીધે તેનાં તપેલાં રજકણો હલકાં થઇને ઉપર જાય છે, અને તેની જગાએ બીજાં રજકણો આવે છે. આ નવાં આવેલાં રજકણો પણ ગરમ થાય છે, ને ઉપર જાય છે. એ પ્રમાણે આ પદાર્થોમાં ગરમી ચોતરફ ફેલાય છે. શિઆળામાં આપણે ઉનનાં લૂગડાં પહેરીએ છીએ. આવાં

લૂગડાં મંદવાહક હોવાથી આપણા શરીરની ગરમી બહાર જવા દેતાં નથી અને બહારની શરદીને અંદર આવવા દેતાં નથી. તેથી આપણા શરીરની ગરમીનો બચાવ થાય છે. આપણે એને ગરમ લૂગડાં એવું નામ આપીએ છીએ. તેથી તે કાંઇ ગરમી પેદા કરેછે તેમ નથી, એ તો માત્ર આપણા શરીરનીજ ગરમીને જાળવી રાખેછે.

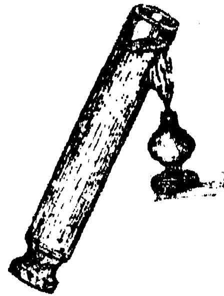
ઉનાળાના દિવસમાં "થંડો બરફ" એવી બૂમ પાડનારો શું વેચે છે એ જાણો છો કે નહિ? પાણી ઠંડું કરવાને લોકો એ બરફ લે છે. એ બધો બરફ ક્યાંથી આવે છે. એ તમે જાણો છો ? અમેરિકા ખંડ અથવા ઉત્તર મહાસાગરમાંથી બરફ ભરીને મોટી મોટી આગબોટો મુંબઇ આવે છે. એ બરફ પીગળી ન જાય માટે એને લાકડાનો વે'ર, ભુસું, નમદો વગેરે મંદવાહકપદાર્થમાં દાબી રાખે છે. જેથી બહારની ગરમીથી એ પીગળી જતુ નથી. બરફને બહારનો તાપજ લાગતો નથી! કહો ત્યારે ઉન ને બુન્નસ ને એવા એવા પદાર્થને ગરમ કહેવા કે ઠંડા ? ! આપણે શિઆળામાં પહેરીએ તો આપણને તાપ લાગે અને બરફને ઉલટો ટાઢો રાખે ! ! ઉપરના દાખલાઓથી તમને સમજાયું હશે કે એ લૂગડાં ગરમે નથી ને ઠંડાંએ નથી, માત્ર મંદવાહક છે.

ગરમીનો પ્રવાહ, એટલે બીજા પ્રવાહની જોડે મળીને તેનું વહેવું:—પાણી સ્થિર હોય છે ત્યાં સુધી તેની અંદર ગરમી જલદી પસરી શકતી નથી. પરંતુ તેનો પ્રવાહ ચાલે તો તે પ્રવાહ જોડે જોડે ગરમીનો ફેલાવો જલદી થઇ જાય છે.

એક કાચની લાંબી ટેસ્ટ ન લઇગો, અને તેમાં એક બે આંગળ બાકી રહે તેટલું પાણી ભરીએ. હવે જો નળીના ઉપરના

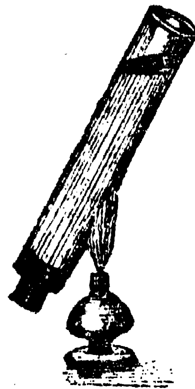
ભાગ આગાડી દીવો મૂકીને તપાવીશું તો માત્ર ઉપરનું પાણી ઉનું થશે, અને બાકીનું બધું પાણી ઠંડું રહેશે. પાણી અને કાચ બે મંદવાહક છે. માટે ગરમી પસરતી નથી.

आकृति ३२ मी.



હવે એજ ટેસ્ટ નળીને ફરી ભરીએ, અને ઉપરને બદલે નીચે દીવો ધરીએ તો ઉપરનું પાણી ઉનું થવા લાગ્યું! આપણે તો નીચેનું પાણી તપાવ્યું, અને ઉપરનું કેમ તપ્યું વારૂ! એનો ઉત્તર એટલોજ કે પાણી જો લાકડાના જેવું સખત હોત તો નીચેથીજ ઉનું થાત. અને ઉપરથી ન થાત. પણ એ તો પ્રવાહિ પદાર્થ પડ્યું એટલે તેનાં નીચેનાં તપીને ફૂલેલાં એટલે હલકાં થયેલાં રજકણો ઉપર આવે છે. અને તે ઠેકાણે બીજા ઠંડાં રજકણ આવેછે. એ પ્રમાણે પાણીમાં ઉપર જવાનો પ્રવાહ ઉત્પન્ન થયો કે તેની જોડે જોડે ગરમીનો પણ પ્રવાહ ચાલે છે. અને બધા પાણીને ગરમ કરે છે. આ પ્રયોગ વિષે વિચાર કરશો તો તમને સમજાશે કે

आकृति ३३ मी.



પાણી, હવા ઇત્યાદિ પદાર્થમાં ગરમી સહેલાઇથી ફેલી શકતી નથી પણ તેમાં જો પ્રવાહ ચાલુ થાય તો ભેગો ગરમીનો પણ પ્રવાહ ચાલુ થાય છે અને તે ફેલાય છે.

હોજ, તળાવ, કૂવા વગેરેનાં પાણી સ્થિર હોય છે. બપોરે તેમનાં પાણી તપે છે. પણ તપ્યું એટલે હલકું થઇને સપાટીપરને સપાટીપર રહે છે. પાણી મંદવાહક છે માટે નીચેનું પાણી તપતુ નથી. હવે શિઆળો છે અને બહુજ ટાઢ પડી એમ ધારો. આથી સપાટી ઉપરનું પાણી ટાઢું થઇને ભારે થાય તેથી ડૂબીને નીચે જાય ને નીચેનું ઉપર આવે એ પ્રમાણે નીચેનું પાણી ટાઢું અને ઉપરનું પાણી ગરમ હોય છે.

पाणी गरमीना साधारण नियमनो एक अपवादः— પરંતુ સેન્ટિગ્રેડ ઉષ્ણુતા માપક યંત્રમાં ૦° અંશથી તે ૪° અંશ સુધીમાં પાણી ઉપર કહ્યું તેનાથી ઉલટી રીતે વર્તે છે. ૧૦૦° અ-

શની ગરમીવાળું પાણી ટાઢું થતાં થતાં ૪° અંશ ગરમ થયું એમ ધારો. જેમ જેમ ગરમી ઓછી થાય તેમ તેમ ઉપરનું પાણી નીચે અને નીચેનું ગરમ પાણી ઉપર એમ આવ્યા કરે છે. પણ જ્યાં ૪° અંશ ગરમીએ આવ્યું કે આમ થતું અટકે છે. ૪° અંશથી ૩° અંશ ગરમી થાય એટલે પાણી સંકોચાતું નથી પણ ઉલટું ફૂલે છે, એટલે હલકું થાય છે. અને નીચે ન જતાં ઉપરજ રહે છે. બે અંશ થયા એટલે વળી વધારે ફૂલીને હલકું થાય છે તેથી ઉપરજ રહે છે. એ પ્રમાણે બરફ બને ત્યાં સુધી થયાં કરે છે. અને જ્યારે સપાટી ઉપર બરફ થાય છે ત્યારે નીચેનું પાણી ૪ અંશ ગરમીવાળુ હોય છે અને વહેતુંજ રહે છે!

महासागरोमां वहन थवानुं कारणः—પાણીના પ્રવાહની સાથે સાથે ગરમીનો પ્રવાહ ચાલે છે તેનો મોટો દાખલો એક તો મહાસાગરો છે. ઉષ્ણ કટિબંધમાં સૂરજ માથાપર આવે છે એટલે ત્યાંનું પાણી ખૂબ તપે છે. શીતકટિબંધમાં એમ તપતું નથી. ગરમ પાણી હલકું હોવાથી ઉપરની બાજુએ શિતકટિબંધ તરફ જાય છે, અને શિતકટિબંધનું ટાઢું અને ભારે પાણી નીચલી બાજુથી ઉષ્ણકટિબંધ તરફ આવે છે. આથી મહાસાગરમાં મોટાં વહન પેદા થાય છે.

वातावरणमां वहन थवानुं कारणः—વાતાવરણમાં પણ એવાજ કારણને લીધે હવાના પ્રવાહ ચાલે છે. હવા હાલે ત્યારે આપણે એને પવન કહીએ છીએ, એ તો તમને ખબરજ હશે. ઉષ્ણુકટિબંધમાંથી એ પવન ઉંચે જાય છે, અને એની ખાલી પડેલી જગા તરફ શિતકટિબંધની હવા આવે છે. ઉપરની હવા

ધ્રુવ તરફ જાય છે અને ત્યાંની હવા વિષુવવૃત્ત તરફ આવે છે.

સૂરજની ગરમીથી દિવસે જમીન જેટલી તપે છે તેટલું દરિઆનું પાણી તપતું નથી. તેથી ત્યાંની હવા ઠંડી હોય છે. જમીનની હવા ગરમ હોવાના સબબથી ઉંચે જાય છે. અને તેની જગાએ દરિઆની ઠંડી હવા આવે છે. સંધ્યાકાળે દરિઆ કિનારે ઠંડો પવન આવે છે. એનું કારણ આ છે. વળી એથી ઉલટું રાત્રે જમીન વહેલી ટાઢી થઈ જાય છે અને પાણી વહેલું ટાઢું થતું નથી. તેથી સવારે જમીન તરફનો પવન દરિઆ તરફ જાય છે.

આવીજ રીતે આપણા રસોડાની અથવા જે ઓરડામાં ચૂલા સળગાવ્યા હોય છે તેની હવા પાતળી થઇને ઉંચી જાય છે, અને બીજી હવા ત્યાં આવે છે. ઓરડામાં તાપ સળગાવ્યો હોય ત્યારે જો બારણામાં ઉભા રહો તો તમને તરત લાગે કે હવા જોરથી ઓરડામાં પેસે છે.

ગરમી અને પ્રકાશનું સીધી લીંટીમાં ફેંકાવું:—ગરમ પદાર્થને અડકયાથી બીજા પદાર્થોમાં ગરમી કેવી રીતે જાય છે અને તે પદાર્થ ગરમ થાય છે તે આપણે જોયું. તેમજ તપેલા પદાર્થ પ્રવાહિ હોય તો તેના પોતાના પ્રવાહની જોડે જોડે ગરમીનો પ્રવાહ કેવી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે, અને એનાથી તે પદાર્થ કેવી રીતે ગરમ થાય છે તે પણ આપણે જોયું. હવે ગરમી અને પ્રકાશ સીધી લીંટીમાં કેવી રીતે ફેંકાય છે તે જોઇએ. તાપણી કરીને આપણે તાપવા બેઠા હોઇએ ત્યારે છેટેથી પણ આપણને એનો તાપ લાગે છે અને પ્રકાશ જણાય છે. સૂરજ પૃથ્વીથી આટલો બધો દૂર હોવા છતાં પણ આપણને એની ગરમી અને પ્રકાશ મળે છે. સૂરજ,

અગ્નિ ઇત્યાદિનાં કિરણો તેમના મધ્યબિંદુમાંથી નીકળીને ચોતરફ ફેલાય છે. ગોળના† મધ્યબિંદુમાંથી‡ જેમ ત્રિજ્યાઓ* નીકળે છે તેમજ આ કિરણો પણ ફેલાય છે. તમને મધ્યબિંદુને ત્રિજ્યા એ શબ્દો સમજવા જેટલી ભૂમીતિ તો આવડતી હશે. આ પ્રમાણે મધ્યબિંદુમાંથી ચોતરફ સીધી લીટીમાં ફેલાવાને ગરમીનું સીધી લીટીમાં ફેકાવું એમ કહીએ.

દેવતામાં એક લોઢાનો ગોળો તપાવવા મૂકીએ. જ્યાં સુધી એ બરાબર તપ્યો નથી ત્યાં સુધી આપણે એને આંગળી અડાડીને કેટલો ઉનો થયો તે જોઇ શકીશું, પણ જ્યાં વધારે ઉનો થયો કે પછી એની પાસે આંગળી લઇ જઇશું કે આપણને તાપ લાગશે. આ પ્રમાણે તપતાં તપતાં ગોળો ચળકવા માંડશે. પહેલાં તો ગોળો તપીને લાલ દેખાશે પછી પીળો, પછી ધોળો અને પછી ઘણો તેજસ્વી દેખાશે.

गरमी अने प्रकाश ए एकज छे:—જેમ અવાજ આપણને કાન વડે જણાય છે, તેમ ગરમી આપણને ચામડીથી જણાય છે. અને પ્રકાશ આપણને આંખવડે જણાય છે. ઇથરની અંદર થયેલી લહેરો ચામડીને અડે તેને આપણે ગરમી કહીએ છીએ. નજરે જણાય તેને પ્રકાશ કહીએ છીએ. બાકી

† ગોળ અથવા ગોળક એ ઘન આકૃતિ છે એની અંદરના એક બિંદુથી તેના પૃષ્ટ ભાગ સુધી દોરેલી બધી લીટીઓ સરખી હોય છે.

‡ ઉપર કહેલા ગોળની અંદરના બિંદુને તેનું કેંદ્ર કહે છે.

* કેંદ્રથી પૃષ્ટ ભાગ સુધી ગયેલી લીટીઓને ત્રીજ્યા કહે છે.

ક્રિયા તો એકની એકજ. ગરમી એટલે દેખાય નહિ એવો પ્રકાશ અને પ્રકાશ એટલે દેખાય એવી ગરમી, એમ કહીએ તોપણ ચાલે.

स्वप्रकाशक अने परप्रकाशक पदार्थोः—પ્રકાશના સંબંધમાં પદાર્થના સ્વપ્રકાશક એટલે પોતાના તેજવાળા, અને પરપ્રકાશક એટલે બીજાના તેજથી ચળકતા એવા બે ભાગ પડે છે. સૂરજ, તારા એ બધા સ્વપ્રકાશક છે કેમકે તેમનામાંથી પ્રકાશનાં કિરણ આપણી આંખને લાગે છે. પથરા, માટી, લાકડાં, એ પદાર્થ પરપ્રકાશક છે કેમકે એમની પોતાની અંદરથી કાંઇ તેજ નીકળતુ નથી. પણ બીજાનું તેજ તેમનાપર પડે છે અને તેથી તેઓ પ્રકાશીત થઇને તેનાં કિરણ આપણી આંખપર ફેંકે છે. તેથી આપણે તેમને દેખીએ છીએ. કોઇપણ પદાર્થ ઉપર બીજા પદાર્થમાંથી પ્રકાશ આવે છે તારે ત્રણ પરિણામ થાય છે. કેટલાંક કિરણ પદાર્થમાંથી પરાવર્તન પામે છે એટલે પાછાં ફેંકાય છે. કેટલાંક તેમાં થઇને બીજી તરફ નીકળી જાય છે. અને કેટલાંક તે પદાર્થમાંજ અદૃશ્ય થઇ જાય છે.

સવારે સૂરજ ઉગ્યો કે પ્રકાશ ચોતરફ ફેલાય છે, અને નદી, નાળાં, સરોવર, પર્વત, ઘરબાર, ઇત્યાદિ ઉપર પડે છે. અને તે આપણે જોઇએ છીએ.

पदार्थने आपणे शी रीते जोइ शकीए छीएः—રાત્રે દીવો કરીએ છીએ તેનો પ્રકાશ પણ બધી વસ્તુઓ ઉપર પડેછે અને આપણે તેમને દેખીએ છીએ. દીવો, સૂરજ અથવા બીજા પ્રકાશ આપનારા પદાર્થ ન હોય તો બધું અંધારૂં ઘોર થઈ રહે. પારેની

વસ્તુઓને આપણે અડકીને પારખીએ, પણ એ બધું ધૂળ. જેવીરીતે અજવાળાથી બીજી વસ્તુઓ દેખાયછે. તેમ કાંઇ થાય નહિ. તમે કહેશો કે અજવાળાનાં કિરણ પદાર્થ ઉપર પડ્યાં તેમાં આપણાથી દેખાય શું કરવા? એનું કારણ એ કે અજવાળાનાં કિરણ પદાર્થ પર પડે અને ત્યાંથી પાછાં પરાવર્તન પામે અને આપણી આંખમાં જાય, અને ત્યાંનાં જ્ઞાનતંતુ ઉપર તેની અસર થાય, તેથી આપણે તેને દેખી શકીએ છીએ. જો પદાર્થ ઉપરથી પરાવર્તન પામેલાં કિરણો આપણી આંખમાં ન જાય તો આપણને તે દેખાયજ નહિં. જો તમે સૂરજ, દીવો કે બીજા પ્રકાશિત પદાર્થ અને તમારી આંખની વચ્ચે તમારો હાથ ધરો તો તે તમારાથી દેખાશે નહિ. પરંતુ વચમાં આવનાર પદાર્થ જો પારદર્શક હશે તો તમે તે છતાં પણ જોઇ શકશો. કાચ, પાણી, હવા, ઇત્યાદિ પદાર્થ પારદર્શકછે તેથીજ તે વચ્ચે આવે તે છતાં જોવામાં હરકત આવતી નથી.

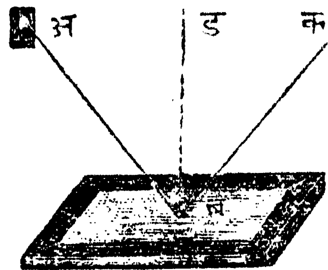
કેટલાક પદાર્થ ગરમીનાં કિરણોને આરપાર જવા દેછે. પણ પ્રકાશનાં કિરણને જવા દેતાં નથી. કેટલાક ગરમી અને પ્રકાશ બેનાં કિરણને આરપાર જવા દેછે. સિંધવ (રોકસોલ્ટ), ગંધક આ પદાર્થો પોતાની અંદરથી ગરમીને જવા દેછે, પણ પ્રકાશને નથી જવા દેતા. હવા, પાણી, કાચ એ ગરમીને પણ જવા દેછે અને પ્રકાશને પણ જવા દે છે.

किरणनुं परावर्तनः—આપણે કોઇ તળાવ પાસે જઇએ તો કાંઠા પરનાં ઝાડ, ઘર વગેરે એમાં દેખાયછે. વળી એ બધાં પાણીથી જેટલાં ઉંચે હોય તેટલાંજ પાણીમાં ઉંડાં દેખાય છે! પાણીમાં જે પદાર્થ દેખાય છે તેને બહારના પદાર્થનાં પ્રતિબિંબ કે પડછાયો

કહીએ છીએ.

તકતામાં દિવાનો પડછાયો જોઇએ તો દીવો જેટલો તકતાની આણીમેર હશે તેટલોજ તકતાની પેલીમેર જણાશે. આ સઘળું કિરણ પરાવર્ત્તન પામવાને લીધે થાયછે. પદાર્થ ઉપર પડેલાં કિરણો કેવી રીતે પરાવર્ત્તન પામે છે તે જોવાને નીચે લખેલા પ્રયોગ કરી જોઇએ.

आकृति ३४ मी.



એક અંધારી ઓરડીમાં જઇને જ્યાં *રજાળીયું પડતું હોય ત્યાં એક પાણીનું ભરેલું વાસણ અથવા આરસી મૂકવી. રજાળીયાને રસ્તે સુરજનું કિરણ પાણીમાં અથવા આરસી ઉપર પડીને પછી બીજી બાજુ તરફ કેવું પરાવર્ત્તન પામે છે તે તમને સહેજ જણાશે. બાજુપરની આકૃતિમાં **अ** અગાડીથી રજાળીયું આવીને **ब** આરસી ઉપર પડે છે. તો એનું પરાવર્ત્તન **ड ब अ** ખુણા જેટલું **क** બાજુ તરફ પડશે **अ** કિરણ જેટલા વાકથી આવે છે

* રજાળીયું=છાપરૂં અથવા બીજી જગાએ એવું કાણું હોય કે જેમાંથી સુરજનું અજવાળું આવતું હોય. અને તેથી અજવાળાના થાંભલા જેવું જણાય છે તે.

તેટલાજ વાંકથી એનું પરાવર્ત્તન **क** તરફ થશે.

તેમજ કિરણની આવવાની લીટી **अ ब**, આરસા ઉપર લંબ લીટી **ह ब** અને પરાવર્ત્તન થનારી લીટી **बक** એ એકજ સપાટીમાં હોય છે. અંધારામાં આવતા રજાળીઆમાં જે કચરો ઇત્યાદિ ઉડે છે તેના ઉપર સૂરજનું અજવાળું પડીને તે પ્રકાશિત થાય છે. અને તેમના ઉપરથી કિરણો પરાવર્ત્તન પામીને આપણી આંખમાં આવે છે. અને આપણાં જોવાનાં જ્ઞાનતંતુ ઉપર પડીને અસર પેદા કરે છે. જેથી આપણે જોઇ શકીએ છીએ.

देखीती भूलः—આપણે જ્યારે આરસામાં આપણું અથવા બીજા કોઇનું પ્રતિબિંબ જોઇએ છીએ ત્યારે તે આપણને આબેહુબ લાગે છે. પરંતુ તેમાં એક જાતની ભૂલ થાય છે. તે કોઇને તરત જણાતી નથી. આપણી સામું મોં કરીને કોઇ બીજો માણસ ઉભો રહે તો તેનો ડાબો હાથ, ડાબો પગ વગેરે આપણા જમણા હાથ અને જમણા પગની સામે આવે છે. અને એનો જમણો હાથ અને ડાબા પગની સામે આવે છે. પણ આરસાની અંદરના પ્રતિબિંબમાં જોઇશું તો આપણા જમણા હાથ પગ, જમણા હાથ પગની સામે, અને ડાબા હાથ પગ ડાબા હાથ પગની સામે આવેલા હોય છે. આપણા ડાબા જમણા શરીરમાં ઘણો ફેર ન હોવાથી આ વાત તરત જણાઇ આવતી નથી.

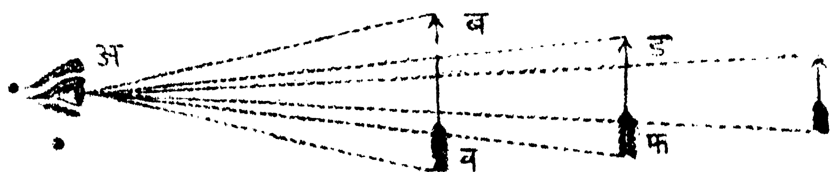
પણ હું કહું એમ કરો તો તમને આ દેખીતી ભૂલ તરત જણાઈ આવે. તમે એક મોટા આરસા સામે ઉભા રહો તમારી પાઘડી ડાબી બાજુ તરફ વાંકી મૂકો અને ડાબી તરફ એક છોકરાને તેડો અને જમણી તરફ એક છોકરને તેડો, પછી જુઓ શું

દેખાય છે તે? તમારી પાઘડી જમણી તરફ વાંકી મૂકી હોય એમ જણાશે. અને તમારી જમણી તરફ છોકરો અને છોકરી હોય નહિ એમ જણાશે.

એકાદ લખેલો કાગળ લઈને તકતા સામે ધરીને તેનું પ્રતિબિંબ પડે તે વાંચજો, તમારાથી વંચાશે નહિ કારણ કે સઘળા અક્ષરો ઉલટા પડેલા હશે.

पदार्थनो दर्शक खूणोः—પદાર્થ જેમ જેમ આપણી પાસેથી દૂર જાયછે તેમતેમ તેનો દર્શક ખૂણો નાનો થાયછે. તેથી તે નાનો દેખાય છે. એ વાત નીચેની આકૃતિથી બરાબર સમજાશે.

आकृति ३९ मी.



જે જોનારી આંખ अ અગાડી હોય અને व क પદાર્થને જોતા હોઇએ તો व અગાડીથી આંખમાં આવનાર व अ કિરણ અને क અગાડીથી આવનાર क अ કિરણ, એમનાથી થયેલો व अ क દર્શક ખૂણો, તે જો એ પદાર્થ उ फ જેટલો દૂર લઇ જઇએ તો તે જગાએથી આવતાં કિરણોથી થનારો उ अ फ દર્શક ખૂણ કરતાં મોટો છેજ, અને પ્રમાણ જેમાં મોટો છે તે પ્રમાણમાં

જ પહેલી જગાએ એ પદાર્થ મોટો દેખાયછે, અને બીજી જગાંએ એ પદાર્થ નાનો દેખાયછે. ઉપરની આકૃતિપરથી સારૂં સમજાશે કે જો પદાર્થનું છેટું ૨:૩ ના પ્રમાણમાં વધારીએ તો તે એથી ઉલટા એટલે ૩:૨ ના પ્રમાણમાં નાનો દેખાય.

પાસેની વસ્તુઓ મોટી દેખાયછે અને દૂરની નાની દેખાય છે એ તો બધાના લક્ષમાં હશે. જેમ જેમ અગાડી જોઇએ તેમ તેમ આપણે ચાલતા હોઇએ તે સડક આઘેથી સાંકડી થતી જણાય છે. અને બે સરખા કદની સામ સામેની બારીઓ જોઇએ તો આઘેની બારી પાસેની બારી કરતાં નાની જણાય. એ આ કારણને લીધેજ બને છે.

अंतर्गोळ अने बाह्यगोळ आरसीः—કાચના એકાદા પોલા ગોળાને કાપીએ તો તેના એક બાજુએ ખાડાવાળો અને એક બાજુ ફુલેલી એવા ભાગ થાય છે આવા કાચના બે જાતના આરસા થાયછે. જેમાં જોનારની તરફ ◡ અર્ધચંદ્ર જેવો આકાર હોય છે તેને અંતર્ગોળ કહે છે, અને જેમાં જોનારની તરફ એથી ઉલટી બાજુ હોય છે તેને બાહ્યગોળ આરસા કહે છે.

सपाट आरसामां जोतां देखावः—સપાટ આરસાની અગાડી જો કોઇ પદાર્થ મૂકયો હોય તો તેનું પ્રતિબિંબ આ બાજુએ તે પદાર્થ દૂર હોય તેટલુંજ અંદરની બાજુએ દૂર દેખાયછે. તેમજ પદાર્થનું પ્રતિબિંબ સુલટું (ઉપરની બાજુ ઉપર ને નીચેની નીચે એવું) અને પદાર્થ જેવડું જ દેખાય છે. પરંતુ ડાબું એ જમણું, અને જમણું એ ડાબું દેખાયછે. ગોળ આરસામાં એમ થતું નથી. ગોળ આરસામાં પ્રતિબિંબ કેવું પડે છે તેના કેટલાક નિયમ હોય છે.

અંતર્ગોળ આરસામાં જોતાં દેખાવઃ—અંતર્ગોળ આરસીના વાંકની મધ્યની પેલીમેર કોઇ પદાર્થ મૂકીએ તો તેનું પ્રતિબિંબ આરસીની અગાડીની બાજુએ તેની અડધી ત્રિજ્યાના કરતાં કાંઇક વધારે દૂર દેખાય છે. આ પ્રતિબિંબ મૂળ પદાર્થ કરતાં નાનું, અને ઉંધું દેખાય છે. પદાર્થને ત્યાંથી જેમ વાંકના મધ્યની પાસે લાવીએ તેમ તેમ તે પ્રતિબિંબ પણ વધારે વધારે નાનું થતુ થતુ મધ્ય તરફ જતું જણાય છે. પદાર્થ બરાબર મધ્યમાં આવ્યો કે પ્રતિબિંબ પણ મધ્યમાંજ આવે છે. આ જગાથી પદાર્થને ખસેડીએ તોપણ તેનું પ્રતિબિંબ ઉંધુંજ દેખાયછે. અને જેમ જેમ દૂર જાય તેમ તેમ વધારે વધારે મોટું, અને ઝાંખું થતુ થતું મધ્યની પેલીમેર જતું હોય નહિ, એમ લાગે છે. જેવો તે પદાર્થ આરસાની અધી ત્રિજ્યા જેટલો પાસે આવે કે પ્રતિબિંબ સમૂળગું દેખાતું નથી; પરતુ પદાર્થને અર્ધી ત્રિજ્યા કરતાં વધારે પાસે લઇ જઇએ તો તેનું પ્રતિબિંબ આરસાની પછવાડેની બાજુએ દૂર દેખાવા માંડેછે. આ પ્રતિબિંબ ઉંધું અને મોટું હોયછે. પદાર્થને આરસાને અડકાડીએ તો પ્રતિબિંબ પણ અડકેલું અને પદાર્થ જેવડુંજ દેખાય છે આવી આરસીમાં બહુજ પાસેથી મોં જોઇએ તો વળી ઊંધુ ન દેખાતાં સીધું પણ દેખાય છે—

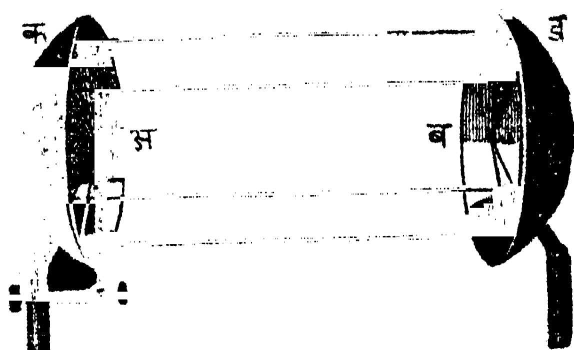
બાહ્યગોળ આરસાની અગાડી પદાર્થ મૂકીએ તો તેનું પ્રતિબિંબ આરસાની પછવાડી અવળું દેખાય છે. આ પ્રતિબિંબ પદાર્થના કરતાં પાસે અને એના કરતાં નાનું દેખાય છે.

પ્રતિબિંબ ઉપર કહ્યા પ્રમાણે શું કરવા જણાય છે. તેમજ તે નાનું મોટું શા કારણથી જણાય છે તે જાણવાને માટે તમને ભૂમીતિ સારી આવડવી જોઇએ, માટે અહીં એ સંબંધી વધારે કહેતા નથી.—

અંતર્ગોળ અને બાહ્યગોળ આરસા લઇને જોશો તો તમને આ પ્રમાણે જણાશે.

પરાવર્તક નામનાં ધાતુનાં બે અર્ધગોળ વાસણ હોય છે. એમની અંદરની બાજુ ઘણી સાફ ચકચકિત કરેલી હોય છે. એ પરાવર્તકના કેંદ્રમાં એટલે અંદરની બાજુના મધ્યમાં કાંઇ તેજવાળો પદાર્થ મૂકીએ તો તેનાં કિરણ પરાવર્તક ઉપર પડીને પરાવર્તન પામે છે. અને સમાંતર ગતિથી જાય છે. એ પરાવર્તકની સામે જો પરાવર્તક મૂકયું હોય તો પેલાં પરાવર્તન પામેલાં કિરણ એના ઉપર પડે છે. એથી કરીને નીચે લખેલો ચમત્કાર નજરે પડે છે.

આ. ૩૬ મી.



કોઈ માણસ अ ઠેકાણે પોતાનું મોં આવે એમ क પરાવર્તકની આગળ ઉભો રહે, અને બીજો માણસ ब ઠેકાણે પોતાનો કાન આવે એમ ड પરાવર્તકની આગળ ઉભો રહે. પછી अ ઠેકાણાવાળો માણસ બને તેટલું હળવે રહીને બોલશે તે ब ઠેકાણાવાળો માણસ

સાંભળી શકશે. **अ** ઠેકાણાનો માણસ બોલે તે અવાજની લહેરો પરાવર્ત્તનપર જઈને ત્યાંથી સમાંતર ગતિએ **ड** પરાવર્ત્તક ઉપર અથડાય છે ને ત્યાંથી પાછી **ब** જગાએ એકઠી થાયછે. તેથી ત્યાં જેનો કાન હોય તેનાથી સંભળાય છે. **अ** ઠેકાણે નાનું ઘડિઆળ મૂકીને **ब** ઠેકાણે સાંભળીએ તો પચાશ કે સો ફૂટ દૂર હોય તોપણ એનો ટીક્ ટીક્ થતો અવાજ બરોબર સંભળાય છે. **ब** જગાથી લગીરે પણ આઘા પાછા જઇએ તો સંભળાય નહિ.

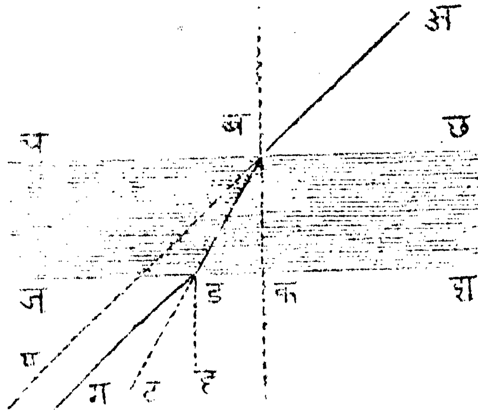
વળી **अ** ઠેકાણે દીવો મૂકવો. અને **ब** ઠેકાણે કાગળ ધરવો અથવા થોડો ધૂપ લાવીને ધૂમાડો કરવો. તો **ब** આગાડી બીજો દિવો હોય એમ દેખાશે.

अ ઠેકાણે તપીને લાલચોળ થયેલો ગોળો મૂકીએ અને **ब** ઠેકાણે થોડો બંદૂકનો દારૂ મૂકીએ તો તે તરતજ સળગશે. અથવા તમારો હાથ ધરશો તો તમે દાઝશો.

જો પરાવર્ત્તક બહુ મોટાં હોય, અને **अ** ઠેકાણે ઘણો તાપ કર્યો હોય તો **ब** ઠેકાણે ખીચડી ધરાધરી રંધાય!

किरणोनुं वक्रीभवनः—જ્યારે પારદર્શક પદાર્થ ઉપર પ્રકાશનાં કિરણ પડેછે ત્યારે તે તેની આરપાર જાયછે. પદાર્થની અંદર થઇને જતાં કિરણો પોતે જે દિશામાંથી આવ્યાં તેની તે દિશામાં જતાં નથી. પણ મરડાઇને ત્રાંસાં જાયછે. વળી જ્યારે પદાર્થની બહાર નીકળે છે ત્યારે પદાર્થની અંદર જે લીંટીમાં ચાલ્યાં હોય તેનાથી પણ ત્રાંસાં થઈ જાય છે. નીચેની આકૃતિમાં જોવાથી સમજાશે.

आकृति ३७ मी.



च छ ज झ એક જાડો કાચનો કડકો છે અને તેના ઉપર **अ ब** દિશામાં પ્રકાશનું એક કિરણ પડે છે. આ કિરણ કાચની અંદર **ब म** લીટીમાં જતું નથી, પણ મરડાઇને ત્રાંસું થાય છે. અને **ब ड** લીટીમાં જાય છે, વળી તેજ પ્રમાણે જ્યારે એ કિરણ કાચમાંથી બહાર નીકળે છે ત્યારે **ह ट** લીટીમાં જતું નથી પણ વળી મરડાઇને ત્રાંસું થાય છે. એ કિરણ પહેલાં **ब क** લંબની તરફ જેટલું વાંકું થયું હતું તેટલુંજ નીકળતી વખત **ड ह** લંબથી દૂર મરડાય છે. તેથી પદાર્થમાં પેઠા પહેલાંની **अ म** દિશાને સમાંતર **ड ग** દિશામાં જાયછે. આ ઉપરથી તમને એ પણ સમજાયું હશે કે પ્રવાહિ પદાર્થમાંથી ઘન પદાર્થમાં જતાં કિરણ મરડાઇને લંબની તરફ જાયછે. અને ઘનમાંથી પ્રવાહિ પદાર્થમાં જતાં મરડાઇને લંબથી દૂર જાય છે.

એકાદા પાણીના હોજમાં તમારી લાકડી સીધી બોળશો તો પાણીની અંદર લાકડીનો જે ભાગ બૂડેલો હશે તે બરોબર સીધો

દેખાશે. પરંતુ જો લાકડીને વાંકી કરશો તો પાણીની અંદરનો ભાગ વધારે વાંકો થયેલો દેખાશે. તમને એમ જણાશે કે તમારી લાકડી ભાગી ગઇ છે!

પાણી ભરેલા પ્યાલામાં જો બેઆની નાંખીને અંદર જોશો તો તે તમને ઘણી મોટી દેખાશે. ઉપરના પ્રયોગમાં લાકડીનો પાણીની અંદરનો ભાગ બહારના ભાગ કરતાં વધારે જાડો દેખાશે!

आ. ३८ मी.



ત્રણપાસાવાળો બિલોર:—બિલોરી કાચનાં ઝુંમર તો તમે જોયાં હશે. એ ઝુંમરની નીચે બિલોરનાં ત્રણ પાસાળાં લોલક ટાંગેલાં હોયછે, તેપણ તમને ખબર હશે. જુઓ, મારી પાસે એવું એક લો-

आकृति ३९ मी.



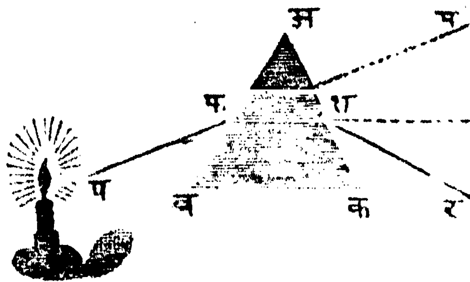


લક છે. જુઓ, એને જો આપણે છેડાની તરફથી જોઇએ છીએ

તો પાસેની આકૃતિ પ્રમાણે અને બાજુ તરફથી જોઇએ છીએ તો આ પ્રમાણે દેખાય છે.—

હવે अ ब क બિલોર ઉપર પ્રકાશનું प फ કિરણુ પડે છે

आकृति ४० मी.



એમ ધારો આ કિરણુ સીધ્ધું જઇને म અગાડી પડતું નથી પણુ फ અગાડીથી તે લંબની તરફ મરડાય છે. અને स અગાડી બહાર નીકળે છે. ત્યાં અગાડી તે પાછું મરડાઇ ને લંબથી દૂર જાયછે. અને र ઠેકાણે પડે છે. આ ઉપરથી તમને જણાયું હશેજ કે ત્રિકોણુ બિલોરમાંથી નીકળતાં કિરણુ બિલોરના જાડા ભાગ તરફજ વળે છે.

જો કોઈ માણુસ अ ઠેકાણે ઉભો રહીને प દીવો જોતો હોય અને તેવામાં अ ब क ત્રિકોણુ વચ્ચે આવી પડે તો તેનાથી प દીવો દેખાશે નહિ. જ્યારે એ માણુસ પોતાની આંખ र જગા ઉપર લાવશે ત્યારેજ પાછો દીવો જોઇ શકશે र અગાડીથી એને દિવો र श દિશામાં હોય એવો દેખાશે મતલબ કે દીવો છે તે કરતાં ઉંચી જગાએ હોય નહિ એવો દેખાશે.

त्रिकोणियांमां आवता किरण मांहेना रंगः—प ઠેકાણા ના દિશાનું કિરણુ ત્રણુ પાસાવાળા બિલોરમાં થઇને જતાં મરડાઇ-

ને ફરી જગાએ આવે છે એટલુંજ નહિ, પણ ત્યાં એકલું અજવાળું પડવાને બદલે તેમાં રાતા, પીળા, રંગ દેખાય છે. એકાદ અંધારી ઓરડીમાં જાળીયાંમાંથી સૂરજનું કિરણ આવતું હોય તેની વચમાં ત્રણ પાસાળો બિલોર ધરીશું તો કિરણ વાંકાં થઇને એની અંદરના રંગ છુટા પડે છે, અને સામી ભીંતપર જૂદા જૂદા સાત રંગના પટ્ટા પડે છે. આ પટ્ટામાં પહેલો રાતો, પછી નારંગીઓ, પછી પીળો, લીલો, આરમાની, જાંબુડીયો, અને ભાગોજાંબુઓ એમ અનુક્રમે જૂદા જૂદા સાત રંગ જણાય છે.

આ ઉપરથી સાફ જણાશે કે સૂરજના કિરણના ધોળા રંગમાં જૂદી જૂદી જાતના સાત રંગનાં કિરણ હોય છે. આ બધાં કિરણનું વક્રીભવન સરખું થતું નથી, તેથીજ કોઈ રંગની પટ્ટી નાની ને કોઇની મોટી દેખાય છે. રાતા રંગનું કિરણ સૌથી ઓછું મરડાય છે, અને ભાગા જાંબુઆનું સૌથી વધારે મરડાય છે.

ઇંદ્ર ધનુષ્યઃ—આકાશમાં કોઇ કોઇ વેળા ઇંદ્રધનુષ્ય થાય છે, તે આવી રીતે અજવાળાના કિરણનું પ્રથક્કરણ થવાથીજ થાય છે.

આપણા લોકો એને મચ્છ તાણ્યો છે એમ કહે છે: કેટલાક એને મેઘ ધનુષ્ય પણ કહે છે. વરસાદ વરસતો હોય અને સૂરજની આડે કાંઇ વાદળું વગેરે હોય નહિ ત્યારે એમ દેખાય છે.

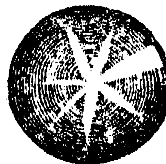
આકાશમાં ઇંદ્ર ધનુષ્ય થવાને તો વરસાદ જોઇએ અને વરસાદ કાંઇ આપણી મરજી પ્રમાણે ગમે ત્યારે વરસતો નથી. પરંતુ જો તમારે દિવસે ઇંદ્ર ધનુષ્ય જોવું હોય તો નીચે લખ્યા પ્રમાણે કરવું.

સૂરજનાં કિરણોનું પ્રથક્કરણઃ—જેમાંથી ઝીણી ઝીણી ફર-ફરની પેઠે પાણી ઉડતું હોય તેવા ફુવારાની સામે .સૂરજ સામે પુંઠ કરીને ઉભા રહેવું. એટલે ઝીણી ફરફરમાંથી જતાં કિરણોનું પ્રથક્કરણ થશે. અને ઈંદ્ર ધનુષ જેવું દેખાશે. આવો ફુવારો ન હોય તો મોંમાં પાણી ભરીને કાંતનારી ડોશીઓ આંટી ફુંકારે છે તેમ હવામાં પાણી ઉડાડવું, અથવા તમારા કોઇ મિત્રને કહેવું કે તે ભીનું ધોતીયું ખૂબ જોરથી ઝાપટીને ખંખેરે. આમ કરવાથી જે ફોરાં નીકળશે તેમાંથી આવતાં કિરણનું પ્રથક્કરણ થશે અને ઈંદ્રધનુષ્ય જેવું દેખાશે. આ પ્ર-યોગ કરી જોવા જેવા છે માટે તમારે સઘળાએ કરી જોવા.

લેન્સ (કાચ)ઃ—કારિગર લોકો અનેક પ્રકારના કાચ બનાવે છે તેમાંથી એક બેવડા બાહ્યગોળ કાચનું હું અહીં વર્ણન કરૂં છું.

આવી જાતનો કાચ ફૂલેલી પૂરી જેવો હોય છે તેની બને બા-જુઓ ગોળની બહારની બાજુઓ જેવી ઉપસેલી હોય છે. માટે તેને બાહ્યગોળ કાચ કહે છે. એ કાચને જો તમે સામેથી જોશો તો **આ. ૪૧** ના જેવો ગોળ, અને કોરણ અગાડીથી જોશો તો બે બાજુ ઉપસેલી માલમ પડશે. આવા કાચને ઇંગ્રેજીમાં લેન્સ કહે છે. આ

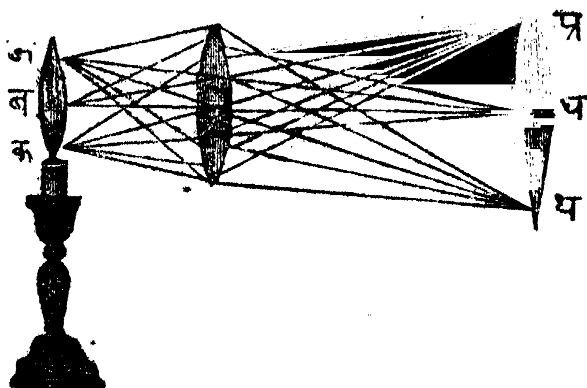
આકૃતિ ૪૧ મો.

કાચ ઉપર સૂર્યનાં સમાંતર કિરણ આવે એટલે બહાર નીકળતાં નીકળતાં ચોતરફથી તે બધાં મરડાઇને કાચના જાડા ભાગ તરફ વળેછે, અને કાચની બહાર થોડે દૂર એકઠાં થાયછે. જ્યાં અગાડી આ પ્રમાણે બધાં કિરણ એકઠાં થાયછે તે જગાને મુખ્ય કેંદ્ર અથવા ધ્રુવ કેંદ્ર એવું નામ આપીએ. જો આ કિરણો પાસેના કોઇ પદાર્થ ઉપરથી આવતાં હોય તો તે સિધાં ન આવતાં ત્રાંસાં પડેછે. અને સૂરજના કિરણની માફકજ તેનું પણ વક્રીભવન થાયછે. આ કિરણો મુખ્યકેંદ્રની પેલીમેર એકઠાં થાય છે. સૂરજનાં કિરણોનું વક્રીભવન થઇને એકઠાં થાયછે તે જગાએ જે પ્રમાણે તેજનું ચકચકતું ટપકું પડે છે તે પ્રમાણે આ કિરણો જ્યાં વક્રીભવન થઇને એકઠાં થાયછે, ત્યાં અગાડી જ્યાંથી એ કિરણો ફેંકાયાં હોય તે બિંદુનું ચિત્ર પડી રહે છે. આ જગાએ ચિત્ર પડે છે માટે એને ચિત્રકેંદ્ર કહેછે, અને જે બિંદુ અગાડીથી પદાર્થ ઉપરથી કિરણો કાચપર ફેંકાય છે તેને પદાર્થકેંદ્ર કહે છે. આ પ્રમાણે પદાર્થનાં કિરણ ફેંકાવાને બિંદુને અને તે બિંદુનું ચિત્ર જ્યાં પડેછે તે બિંદુને એ બંનેને કેંદ્ર એવું નામ આપ્યું છે. આ બંને કેંદ્ર અને બાહ્યગોળ કાચનું મધ્ય હમેશાં એક સીધી લીટીમાંજ હોય છે.

ઉપર જે બાબત કહી તે નીચેની આકૃતિ ઉપરથી બરોબર સમજાશે.

आकृति ४२ मो.



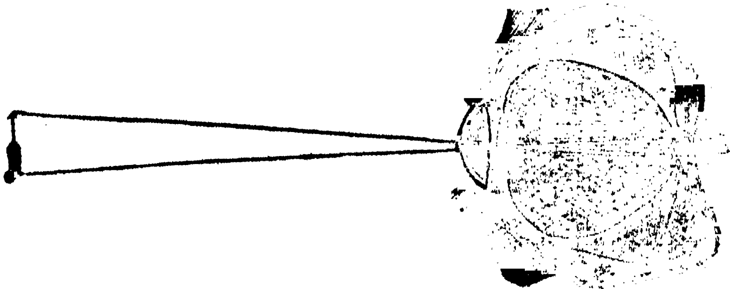
અહીંઆં મેં દીવેા અને આ ધેાળેા પડદેા એ બેની વચમાં બાહ્ય ગેાળ કાચ ધર્યો છે; અને તેથી પડદા ઉપર દીવાનું ઉંચું ચિત્ર પડયું છે, તે જુએા. એ ચિત્ર કેમ પડયું તે હું તમને સમજાવું. દીવાની આખીજ્યેાત તેજવાળી હેાવાથી એના દરેક ભાગ ઉપરથી કિરણેા ફેંકાય છે. એ બધાંને માટે હમણાં વિચાર કરતાં ગુંચવણ થઇ પડશે માટે હાલ તરત માત્ર **अ**, **ब**, અને **क** એ ત્રણ બિંદુથી જતાં પ્રકાશનાં કિરણેાને માટે વિચાર કરીએ. પહેલાં **अ** બિંદુથી ફેંકાતાં કિરણેાને માટે વિચાર કરીએ. ત્યાંથી ફેંકાતાં કિરણેા બાહ્ય ગેાળ કાચ ઉપર પડીને વક્રીભવન પામે છે. અને જ્યેાતની ટેાચ, અને કાચના મધ્યની સીધી લીટીમાંજ **थ** અગાડી એકઠાં થાય છે. તેજ પ્રમાણે **ब** અગાડીનાં કિરણેા **ध** અગાડી, અને **क** અગાડીનાં કિરણેા **म** અગાડી એકઠાં થાય છે. આ પ્રમાણે **अ ब क** માં **अ** અગાડીનાં કિરણેા નીચે, ને **क** અગાડીનાં ઉપર એમ એકઠાં થવાથી

ચિત્રકેંદ્ર અગાડી તેનું ઉંધું ચિત્ર પડે છે.

દિવો અને કાચની વચ્ચે જેટલું છેટું છે તેના કરતાં અઢી અથવા ત્રણુ ગણે દૂર ચિત્ર પડયું માટે મૂળ દિવા કરતાં ચિત્ર અઢી ત્રણુ ગણું મોટું છે.

આ પ્રમાણે ગમે તે પદાર્થનું ચિત્ર પડે છે. બારી આગળ ઉભા રહીને એક હાથમાં બાહ્યગોળ કાચ લઇએ, ને બીજા હાથમાં સાફ ધોળો કાચ લઇએ અને કાચને એની અગાડી ધરીને આઘો પાછો ફેરવીએ તો કાગળ ઉપર બહારના દેખાવનું આબેહુબ ચિત્ર પડી રહેશે. ફેર માત્ર એટલોજ કે ચિત્ર ઉલટું હશે. નીચલી બાજુ ઉપર અને ઉપલી બાજુ નીચે, ડાબી બાજુ તે જમણી અને જમણી તે ડાબી હશે.

आकृति ४३ मी



आपणे केवी रीते जोइ शकीए छिए:—આપણી આંખના ડોળા ઉપર બે આની જેવડો કાળો ને લગીર ઉપસેલો ભાગ હોય છે. એની અંદર ઉપર કહેલા બાહ્યગોળ કાચના આકાર જેવીજ જગો હોય છે. એ જગામાં ઘન અને પારદર્શક એવો એક જાતનો રસ હોય છે. એ રસથી બાહ્યગોળ કાચના જેવીજ અસર થાય છે.

અજવાળાનાં કિરણ ગમે તે પદાર્થ ઉપર થઇને આપણી આંખમાં આવે છે અને ત્યાં કાળી કીકીની વચ્ચોવચ્ચ જે કાણું હોય છે તેમાં જાય છે અને જતાં જતાં તેમનું વક્રીભવન થાય છે. કીકીની પછવાડી જોવાનાં જ્ઞાન તંતુની જે જાગ હોય છે તેના ઉપર એ કિરણોનું ચિત્રકેંદ્ર પડે છે. અને તેથી ત્યાં જે પદાર્થ ઉપરથી કિરણો આવ્યાં હોય તેનું આબેહુબ ચિત્ર પડે છે. આથી આપણે દેખીએ છીએ. હવે એ જ્ઞાન તંતુ ઉપરનું પદાર્થનું ચિત્ર પેલી ભીંત અગર પડદા ઉપર ચિત્ર પડયું હતું તેના જેવુંજ ઉંધું હોય છે. તે છતાં આપણે બધા પદાર્થ ઉંધા કેમ દેખતા નથી ?

નાનપણમાંથી પડી ગયેલી ટેવને લીધે આપણે એમ ઉંધું નહિ પણ સીધું દેખી શકીએ છીએ.

बाह्यगोळ काचथो देवता सळगे छेः—મોટા અને ચોખ્ખા બાહ્યગોળ કાચને આપણે આગીઓ કાચ કહીએ છીએ. આગીઓ કહેવાનું કારણ એ કે જો આપણે એ કાચને સૂરજનાં કિરણમાં ધરીએ અને આઘો પાછો કરીએ તો તેથી જમીન ઉપર સૂરજના જેવું ચકચકિત નાનું ટપકું જણાય છે; અને ત્યાં અગાડી જે પદાર્થ હોય તેને બાળી નાંખે છે. સૂરજ જેવું નાનું ચિત્ર પડે છે તેથી કેટલાક તે કાચને રવિકાંત પણ કહે છે. એ ટપકામાં જો તમે બંદુકનો દારૂ મૂકો તો તે તરત સળગી ઉઠશે. તેમજ કાયલો કે ચીંથરૂં ધરશો તો તે સળગીને તેમાંથી ધુમાડો નીકળશે.

આ ઉપરથી એક વાત શીખવાની છે, તે એકે પ્રકાશનાં કિરણ ભેગાં ગરમીનાં કિરણો પણ આવે છે. ને તેમનું પણ વક્રીભવન થઇને એક કેંદ્રમાં એકઠાં થાય છે. આમ થવાથીજ ત્યાં

ગરમી વધારે થાય છે.

આ જગાએ એક વાત યાદ રાખવા જેવી છે, તે એકે ઉપરના પ્રયેાગમાં કાચને લીધે પ્રકાશ અને ગરમીનાં કિરણ તેજવાળા ટપકામાં કાગળ, બંદુકનેા દારૂ કે બીજો કેાઇ પદાર્થ ધરીએ નહિ ત્યાં સુધી નરી આંખે આપણે તે જાણી શકતા નથી.

किरणः—સુરજની તરફથી આવનારાં કિરણેામાં પ્રકાશ અને ઉષ્ણતા બંને હેાય છે એટલુંજ નહિ પણ તેમાં રસાયનિક સંયેાગ ઇત્યાદિ કરવાની શક્તિ પણ હેાય છે. એ શક્તિ કેરી તે હું તમને બતવું છું.

નેટ્રેટસિલ્વર નામનેા રૂપાનેા એક ક્ષાર હેાય છે. તે થેાડેા લઇને તેને વરસાદના અથવા વરાળના પાણીમાં પીગાળવેા. એ પાણી કેારા કાગળની એક બાજુએ ચેાપડીને તેને સૂકવવેા. આ બધું અંધારામાં અથવા દીવાના અજવાળા આગાડી કરવું. સૂરજનું અજવાળું આવવા દેવું નહિ. પછીથી આ કાગળ ઉપર એક પાંદડું ચેાડવું અને એ બંન્નેને પછી સૂરજના તડકામાં મૂકવાં. સૂરજનાં કિરણ એનાપર પડ્યાં કે તુરત રસાયનીક ક્રિયા થવા માંડશે. બધેા કાગળ કાળેા થઇ જાય એટલે એને અંધારામાં લાવીને પેલું પાંદડું ઉખાડવું. પાંદડાની આબેહુબ પણ ઉલટી છબી કાગળપર પડી રહેલી તમને જણાશે. આ પ્રયેાગમાં સૂરજનાં જે કિરણેા પાંદડા ઉપર આવે છે તે પાંદડામાં બધી જગેાએ સરખી રીતે જઇ શકતાં નથી. કેાઈ જગાએ એાછાં ને કેાઇ જગાએ વધારે એમ જાય છે. તેમજ કેાઇ જગાએ સમૂળમાં જઈ શકતાં નથી. જ્યાં જ્યાં કિરણેા જઇ શકે છે, ત્યાં ત્યાં તેની નીચેના નેટ્રેટસિલ્વર ઉપર અજવાળા-

ની અસર થઇને તે ભાગ કાળો થાય છે. ને બાકીનો તદ્દન ધોળો રહે છે. જ્યાં કિરણો થોડાં જઇ શકે ત્યાં કાગળ ઝાંખો થઇ જાય છે. એ પ્રમાણે પાંદડાની બરોબર છબી પડી રહે છે. આ ચિત્ર વાળો કાગળ જો આમને આમ રહેવા દઇએ તો તે થોડીવારમાં કાળો થઈ જાય છે. પણ એને હૈપોસલ્ફેટ ઓફ સોડા નામના ક્ષારના પાણીમાં કેટલીક વાર ડૂબાવી રાખીએ તો નૈટ્રેટસિલ્વરની ક્રિયા બંધ પડે છે, અને ચિત્ર ઘણા દિવસ ટકે છે.

હાલ મુંબાઇ, સુરત, અમદાવાદ વગેરે જગોમાં ઘણા માણસો ફોટોગ્રાફી એટલે સૂરજનાં કિરણથી ચિતરવાની કળા શીખ્યા છે. ફોટોગ્રાફર ઝાડ, ઇમારત, ડુંગરા, શહેર માણસ ઇત્યાદિની છબી સહેજવારમાં કાઢે છે. એ બધા સૂરજના કિરણની રસાયનિક ક્રિયા કરવાની શક્તિનાં પ્રતાપ છે. ઉપર કહેલા પાંદડાના ચિત્રવાળા પ્રયોગની પેઠેજ એમાં પણ ચિતરાય છે.

प्रकाशनो वेगः—જેમ એક જગાએથી બીજી જગાએ જતાં અવાજને વખત લાગે છે, તેમ પ્રકાશને પણ વખત લાગે છે. પણ અવાજ એક સેકંડમાં સુમારે માત્ર ૧૧૦૦ ફૂટ જાય છે ત્યારે પ્રકાશ એક સેકન્ડમાં ૧૯૨૦૦૦ મૈલ જાય છે! ઉપર અમે જે આંકડા આપ્યા છે તેનાવડે અવાજ કરતાં પ્રકાશની ઝડપ કેટલી વધારે છે તેનો ખ્યાલ બરાબર નહિ આવે. અને જો તમારા સમજવામાં બરાબર આવે નહિ તો આંકડા યાદ રાખ્યાથી શો ફાયદો?! ૫૨૮૦ ફીટનો એક માઇલ થાય છે. અવાજને એક માઇલ જતાં પોણાપાંચ સેકન્ડ લાગે છે અને એક કલાકમાં ૭૨૦ મૈલ ચાલે છે. અવાજ આ હિસાબે ૧૦॥ દિવસમાં જેટલું ચાલે તેટલું પ્રકાશ એક સેકન્ડમાં

ચાલે છે!! આગની ગાડી દર કલાકે ૬૦ માઇલ ચાલે એના કરતાં પ્રકાશનો વેગ કરોડો ગણો વધારે છે?!

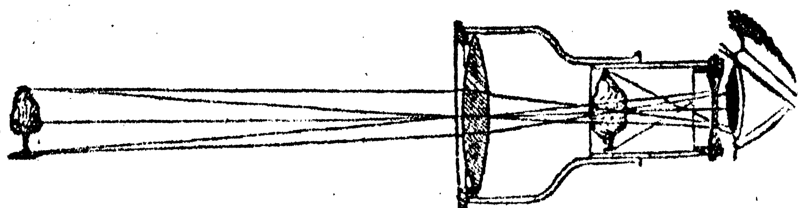
એક સુરજ પાસેથી આવતાં પ્રકાશને સુમારે આઠ મિનિટજ લાગેછે!!

सूक्ष्मदर्शककाचः—પછવાડી જે બે તરફના બાહ્યગોળ કાચને માટે કહી ગયા તેજ કાચ સૂક્ષ્મદર્શક છે. તેનાથી જો નાનો પદાર્થ જોઇએ તો મોટો દેખાય છે. અને તેના ઝીણા ઝીણા ભાગ પણ ઠીક દેખાય છે. પરંતુ ઝીણી વસ્તુ જોતાં તે વસ્તુ, આ કાચના મુખ્યકેંદ્રની અંદરની બાજુપર અને તેનું ચિત્ર ૧૦ અથવા ૧૨ ઇંચ પેલી તરફ પડે એમ મૂકવી જોઇએ. દૂરની ચીજ એવી હોય તો આ કાચ કામમાં આવે નહિ.

दूरबीनः—આ યંત્રવડે દૂરનો પદાર્થ દેખાય એ માટે એમાં આંખ અગાડી એક અને પદાર્થ તરફ બીજો એમ બે કાચ રાંખવા પડે છે. પદાર્થની પાસેના કાચવડે માત્ર તે પદાર્થનું પ્રતિબિંબ પડે છે. આ પ્રતિબિંબને આંખની પાસેના કાચવડે તેના મુખ્ય કેંદ્રની અંદર આવે એટલા છેટાથી સૂક્ષ્મદર્શક પ્રમાણે મોટું બનાવીને જોવું જોઇએ. પદાર્થની તરફનો કાચ પીતળની મોટી નળીને એક છેડે જડી દીધેલો હોય છે. આ નળીમાં આઘી પાછી થઇ શકે એવી બીજી નળી બેસારી હોય છે. આ નાની નળીના બહારના છેડા ઉપર જોવાનો કાચ બેસાર્યો હોય છે. આ બે નળી પદાર્થ સામી રાખીને નાની નળી આઘી પાછી કરવાથી પદાર્થ બરોબર સાફ દેખાય એમ કરાય છે. આ બે નળી વાળા યંત્રને દૂરબીન કહે છે દૂરબીનથી

દૂરના પદાર્થ સાફ અને મોટા દેખાય છે આ નળીઓમાં અંદરની બાજુએ કાળો રંગ ચોપડયો હોય છે કે બહારનાં બીજા અજવાળાનાં કિરણ અંદર આવીને બરોબર દેખાતાં અડચણ કરે નહિ.

आकृति ४४ मी.



कर्तृत्वशक्ति:—આ વિષય પૂરો કર્યા પહેલાં વળી આપણે કર્તૃત્વ શક્તિ સંબંધી વિચાર કરીએ. જે રજકણોનો પદાર્થ બનેલો છે તે રજકણો ઘન રૂપમાં બહુ પાસે પાસે હોય, અથવા વાયુરૂપે છેટે છેટે હોય તોપણ તે છતમાં હોય છે. તેનો કદી નાશ થતો નથી. એ પ્રમાણેજ પદાર્થનાં રજકણોમાં જે કામ કરવાની શક્તિ રહી હોય છે તેનો પણ કદી નાશ થતો નથી. તેનું રૂપાંતર થાય છે પણ રૂપાંતર થઇને જે રૂપ ધારણ કરેછે તે રૂપમાં પણ તેની કામ કરવાની શક્તિ હોય છે. તેનો નાશ થતો નથી. ઘંટ ઉપર ટકોરો વાગે એટલે ઘંટની ઉપની ગતિ અટકી એ વાત ખરી. આ ગતિનું રૂપાંતર થયું અને તે ઘંટમાં કંપરૂપે દેખાયું. આ કંપે વળી વાતાવરણમાં લહેરો ઉત્પન્ન કરી અને આપણા કાનમાં અવાજ સંભળાયો. ઘંટને ઘણીવાર વગાડીએ તો ઉપની ગતિનું રૂપાંતર થઇને ઘંટમાં ગરમી

પેદા કરેછે અને ધં ટ ફનો ઉનો થઈ જાયછે. ગરમી પાછી ગતિના રૂપમાં આવતી નથી એમ નથી. ગરમી વડેજ પાણીની વરાળ થઈને તેનાથી વરાળ યંત્રમાં દટ્ટાને ગતિ મળે છે. અને તેનાથી આગગાડી ચાલે છે, એ તો બધાંને ખબર છે. હવે એજ ગાડીને જો ઉભી રાખવી હોય છે ત્યારે એ વરાળને દટ્ટા વાળી નળીમાં ન જવા દેતાં હવામાં જવા દે છે ત્યાં કાંઇ એનો નાશ થતો નથી તે ગુપ્તરૂપે રહેછે. અને વરસાદ રૂપમાં પાછી પડીને નદી, નાળાં વગેરે રૂપમાં વહે છે; અને લોટ દળવાની પાણીચક્કી, પાટીયાં વહેરવાનું યંત્ર, ઇત્યાદિ ફેરવે છે. હવે અહીં આગગાડીમાં નળીમાંના દટ્ટાને વરાળ ધકેલતી બંધ પડી એટલે ગાડી ચાલતી બંધ પડતી નથી. તેને ઉભી રાખવાને પૈડાંને જકડીને દબાવી રાખવાં જોઇએ. પૈડાંને ફરતાં અટકાવવાને તેનાપર લોઢાના પટ્ટા રાખેલા હોય તે જોરથી દબાવવા પડે છે. પરંતુ આ પ્રમાણે દબાવવાં તે ઘણા તપી જાય છે અને તેમાંથી દેવતાના તણખા નીકળે છે. કહેવાની મતલબ એ કે ગરમીમાંથી ગતિ ઉત્પન્ન થઇ અને તેજ ગતિ બંધ થતાં તેમાંથી પાછી ગરમી ઉત્પન્ન થઈ! આ પ્રમાણે ઢતૃત્વશક્તિ એક રૂપમાંથી બીજા રૂપમાં જાય છે. પરંતુ તે ગમે તે રૂપમાં હોય તો તેનો નાશ થતો નથી. ગરમીનું બળ કેટલું છે તે વરાળયંત્ર જોવાથી ઠીક માલમ પડે છે.

विद्युत्पदार्थः—

विद्युत् अथवा विजलीः—વિદ્યુત્ અથવા વીજળીએ શું છે તે હજુ જણાયું નથી. વિદ્વાન લોકો એને માટે જૂદી જૂદી

કલ્પના કરે છે. વિજળીથી અનેક પ્રકારના ચમત્કાર થાય છે તે આપણે જાણીએ છીએ. તેમાંના કેટલાક હું તમને સમજાવું છું.

એક કાચની નળી લઈ તેને રેશમના સાથે સારી પેઠે ઘસીને તેની આગળ પીંછું, રૂ, કે કાગળનો કડકો ધરીશું તો તે તેની તરફ ખેંચાશે. ઘસવાથી કાચની નળીમાં જે આ ગુણ આવ્યો તેને વીજળી કહે છે. પણ આ શક્તિ ઘસેલા ભાગમાંજ આવે છે. નળીનો બીજો ભાગ હલકી વસ્તુઓને પોતાની તરફ ખેંચતો નથી. કાચને બદલે ધાતુની નળી લઈને તેને કાચનો હાથો બેસાડવો, અને પછી ઉપર પ્રમાણે ઘસીશું તો આખી નળીમાં હલકા પદાર્થને પોતાની તરફ ખેંચવાનો ગુણ આવશે.

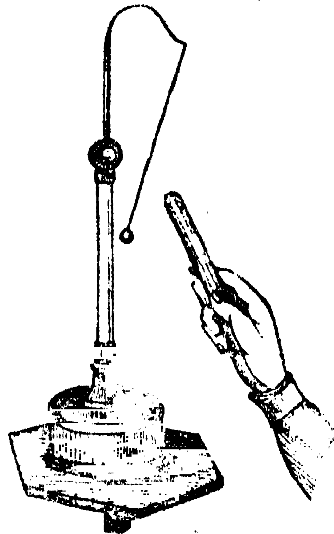
विद्युद्ग्राहक अने विद्युत्रोधकः—કાચમાં આવેલી વીજળી તેને તે ઠેકાણે રહી અને ધાતુમાં આવેલી વીજળી બધે ફેલાઇ ગઇ. માટે કાચને વિદ્યુત્‌રોધક (વીજળીને રોકનાર) અને ધાતુને વિદ્યુદ્ગ્રાહક (વીજળીને ફેલાવનાર) એમ કહે છે. કાચ, રબર, ભેજ વગરની હવા, રેશમ, મીણ, લાખ, ગંધક, ઉન, પીંછાં, કાગળ, કપૂર, ચાક, ચુનો ને તેલ ઇત્યાદિ પદાર્થ વીજળીના રોધકછે, એમાંના કેટલાક વીજળીના અલ્પવાહક છે. એટલે એમાંથી વીજળી થોડી જઇ શકે છે. સઘળી જાતની ધાતુઓ, કોયલો, પ્રાણિઓનાં શરીર, પાણી, બરફ, લીલી વનસ્પતિ, અને ભીનાશવાળી જમીન ઇત્યાદિ પદાર્થ વિદ્યુદ્ગ્રાહક છે.

वीजळीना बे प्रकारः—ઉપર કહ્યા પ્રમાણે પદાર્થને જ્યારે એક બીજાની જોડે ઘસીએ છીએ ત્યારે તે દરેકમાં જૂદી જૂદી જાતની વીજળી પેદાં થાય છે. એ બે જૂદી જૂદી જાતની વીજળીને

જૂદાં જૂદાં નામ આપેલાં છે. એક જાતની વીજળીને "પોઝીટીવ"* અને બીજી જાતનીને "નેગેટીવ" કહે છે.

કાચના દાંડાવાળું આ એક યંત્ર છે તે જુઓ! એને છેડે એક તારનો આંકડો છે, અને એને રેશમની દોરી વતી બરૂના વચમાં ગરભનો કડકો ટાંગ્યો હોય છે. હવે રેશમી નળી હું એ બરૂ

આકૃતિ ૪૯ મી.



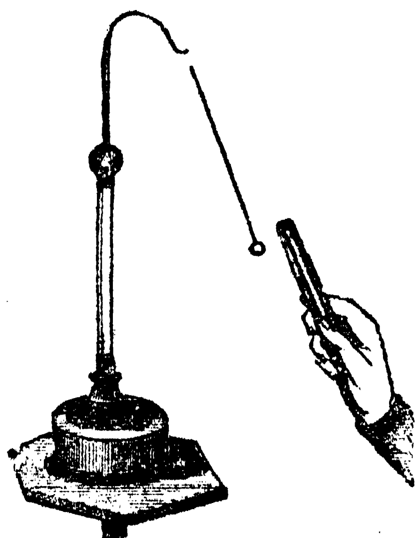
આગળ ધરૂંછું તો તે એની તરફ ખેંચાઇ આવીને એને અડે છે. થોડીવાર એમ રહીને પછી પાછું ખશી જાય છે. હવે હું એને બરૂ

* મરાઠીમાં પોઝીટીવ અને નેગેટીવ એ નામને બદલે ધન અને ઋણ એવા પારિભાષિક શબ્દો નવા કલ્પેલા છે.

ગુજરાતીમાં "વીજળી" નામની ચોપડી લખનારે "ભાવરૂપી" અને "અભાવરૂપી" એવા શબ્દ કલ્પ્યા છે.

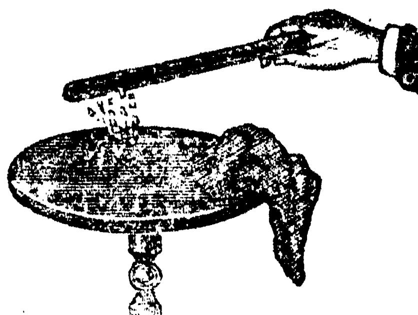
આમળ લઈ જાઉછું તેા બરૂ આવું જતુ રહે છે ! હવે એક લાખની બનાવેલી લાકડી લઇને તેને ફલાલીનના લૂગડા વતી ઘસું છું અને એ લાકડી બરૂ આગાડી લઈ જાઉંછું. જોયું? કેવું દોડીને લાકડીને બાઝે છે?! જુઓ, થેાડી વાર બાઝી રહીને પાછો દુર ખશી ગય! હવે પાછી લાખની લાકડા એની આમળ લઇ જાઉંછું અરે, આ તેા એની જોડે પણ રીસાઇ! હવે તેા આ લાકડીથી દુર નાસે છે!

आकृति ४६ मी.



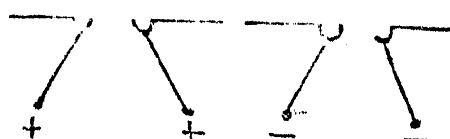
આ ઉપરથી તમે જોયું કે અમે તે લાકડીને બરૂના કકડાને અડકાડીએ છીએ ત્યારે લાકડીથાંથી વીજળી બરૂમાં જાય છે, અને તેથી બે પદાર્થની અંદરની વીજળી એક બીજીને દુર ધકેલે છે. પાસે ાકલથીડીથીબરૂ દુર જાય છે.

आकृति ४७ मी.



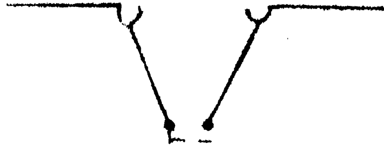
जुदी जुदी जातनो वीजळी वाळा पदार्थो एक बीजा तरफ आकर्षाय छे अने एकज जातनो वीजळीवाळा पदार्थो एक बीजाथी दूर जाय छेः—વળી એક બીજો પ્રયોગ કરીને તમને બીજી એક અગત્યની બાબત સમજાવું છું. આ જુઓ, કાચના થંભલાવાળા યંત્ર ઉપર રેશમની દોરી વડે બરૂની ૬ ગોળીઓ લટકાવેલી છે. પહેલી બે ગોળીઓને

आकृति ४८ मी.



રેશમથી ઘસેલી કાચની લાકડી અડકાડી છે; અને બીજી બેને ફલાલી નથી ઘસેલી લાખની લાકડી અડકાડી છે. અને ત્રીજી બેમાં એકને લાખની, અને એકને કાચની લાકડી અડકાડી છે. જે બે ગોળીને કાચની લાકડી અડકાડી છે તે ગોળીઓ પાસે પાસે લ-

આકૃતિ ૪૯ મી.



ટકાવેલી છે તે છતાં એક બીજાથી દુર ગઇ છે. તેમજ બીજી બે જેને લાખની લાકડી અડાડી છે તે પણ એજ પ્રમાણે એક બીજા-થી દુર ગઇ છે. ચોથી ને પાંચમી બને ગોળીઓ લાખની લાકડીને અડકેલી છે તેથી તે બે એક બીજાથી દુર જાય છે. પણ બીજી ને ત્રીજી, તેમજ પાંચમી ને છઠી જૂદી જૂદી જાતની લાકડીને અ-ડકાડેલી છે, તેથી એક બીજાની પાસે ગઇ છે. જોયું, નાત નાતનાં લઢી મરે છે ને બીજી જાતના સંપે રહે છે!

ઉપર જે પ્રયોગ કર્યા તે ઉપરથી ત્રણ વાત આપણે જાણી-એ છીએ તે એ કે.

૧. જે ઘસેલા પદાર્થને ગોળી અડે છે તેમાંની વીજળી ગો-ળીમાં આવે છે.

૨. જો બે ગોળીઓમાં એકજ જાતની વીજળી હોય છે તો તેઓ એક બીજાથી દુર જાય છે.

૩. જો એક ગોળીમાં કાચની લાકડીમાંની વીજળી હોય અને બીજીમાં લાખની લાકડીમાંની વીજળી હોય તો તેઓ એક બીજાની પાસે જાય છે.

ઉપર પ્રમાણે જૂદી જૂદી અસર થાય છે. તેથી આપણે જાણી શકીએ છીએ. કાચની લાકડીની અને લાખની લાકડીની વીજળી

જૂદી જૂદી છે. કાચને રેશમ જોડે ઘસ્યાથી જે વીજળી થાય છે તેને ઇંગ્રેજીમાં પોઝીટીવ વીજળી, અને લાખની લાકડી ને ફલાલીનપર ઘસવાથી જે વીજળી થાય છે તેને નેગેટીવ વીજળી કહે છે. જૂદી જૂદી જાતની વીજળીનો તફાવત સમજાય માટે એવાં જૂદાં જૂદાં નામ પાડયાં છે. ઉપર જે આકૃતિ આપી છે તેમાં × અને એવાં ચિન્હ—કર્યાં છે તે "પોઝીટીવ" અને "નેગેટીવ" બતાવવા સારૂ છે.

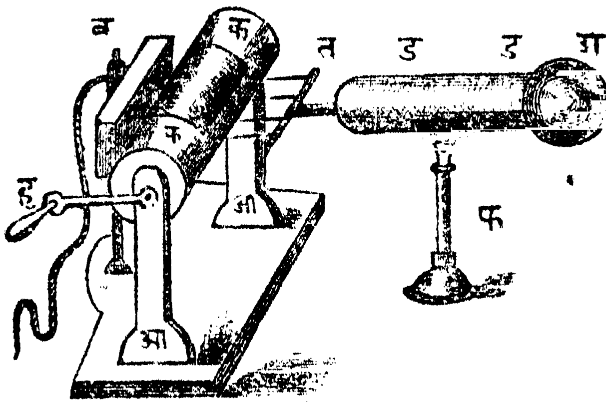
વળી આપણે બરૂની બે ગોળી લઇને તેને જૂદી જૂદી જાતની લાકડી અડાડીને જૂદી જૂદી જાતની વીજળી ભરીએ. હવે જે ગોળીમાં કાચની લાકડીની વીજળી છે તેની આગળ એજ કાચની લાકડી જે રેશમી રૂમાલમાં ઘશી હતી તે રૂમાલ ધરીએ તો તે ગોળી તેની પાસે જશે. આ ઉપરથી રેશમી રૂમાલમાં નેગેટીવ વીજળી આવી છે એમ જણાય છે. એજ પ્રમાણે લાખની લાકડીને અડાડેલી ગોળીની આગળ ફલાલીન ધરીશું તો તે પણ તેની તરફ ખેંચાશે. આ ઉપરથી ફલાલીનમાં પોઝીટીવ વીજળી આવી એમ જણાયું.

આ પ્રયોગ ઉપરથી એમ સિદ્ધ થયું કે પદાર્થને જ્યારે એક બીજાની જોડે ઘસીએ છીએ ત્યારે તેમનામાં જૂદી જૂદી જાતની વીજળી પેદા થાય છે.

विजळी पेदाकरनारुं यंत्रः—રેશમ ઉપર કાચની અથવા ફલાલીન ઉપર લાખની લાકડી ઘસવાથી જે વીજળી ઉત્પન્ન થાયછે તેથી થોડી હોય છે. વીજળીથી જે જે કામ થાયછે તે કરી જોવાને પ્રયોગ કરવા હોય તો એટલી થોડી વીજળીએ કાંઈ નમે

નહિ. એને માટે વીજળી પેદા કરવાનું એક યન્ત્ર આવે છે, એ યંત્ર વડે જોઇએ તેટલી વીજળી પેદા કરી શકાય છે. વીજળીનાં યંત્ર ઘણી જાતનાં હોયછે. પરંતુ હું આપણા દેશના કારીગરથી બની શકે એવા યંત્રનું વર્ણન કરૂંછું. આવી જાતના યંત્રમાં મુખ્ય બે જાતનાં કામ કરવાના હોય છે. એક તેા વીજળી પેદા કરવી, અને બીજું તેને એકઠી કરી રાખવી. આવા યંત્રના પણ બે ભાગ કરેલા હોયછે. એક ભાગમાં વીજળી પેદા થાયછે, અને બીજા ભાગમાં વીજળી એકઠી થાયછે.

आकृति ५० मी.



આ યંત્રમાં લાકડાના **आ आ** ટેકા ઉપર એક કાચની મોટી ગોળ સ્વચ્છ શીશી ગોઠવેલી હોયછે. **ह** હાથાવડે એ શીશી ફેરવાય છે. આ શીશી પાંચ છ ઇંચ પહોળી, અને દશ અગિઆર ઇંચ લાંબી જોઇએ. **ब** નામના દાંડાને એક રેશમની ગાદી જડી હોયછે. અને એમાં ઘોડાના વાળ ભર્યા હોયછે. એથી આ ગાદી ઉપસેલી રહેછે, અને શીશાને મજબુત દબાવી રાખે છે. એ ગાદી ઉપર એક મલમ જેવો પદાર્થ ચોપડે છે. આ મલમ એક ભાગ જસત, એક

ભાગ કલઈ, અને બે ભાગ પારાનો બનાવેલો હોય છે. આ ગાદીને લોઢાની અથવા પીતળની સાંકળ બાંધીને જમીનને અડકે એમ લટકતી રાખી છે. ગાદી ઉપરથી क क એક રેશમનો કડકો આવીને શીશાને ઢાંકે છે.

હવે બાજુ ઉપરના ह હાથાવડે શીશીને ફેરવવા માંડીએ તો તે ચક્કર ચક્કર ફરે છે. પણ એને ગાદીનું દબાણ થાયછે, તેથી ગાદીની જોડે શીશી ખૂબ ઘસાય છે અને તેથી વીજળી પેદા થાયછે. શીશી, લાકડાના થાંભલા, રેશમની ગાદી અને રેશમનું લુગડું એ બધાં વિદ્યુત્ રોધક પદાર્થ હોવાને લીધે શીશીમાં પેદા થયેલી વીજળી જતી ન રહેતાં તેમાંને તેમાં રહે છે.

વીજળી પેદા કરનાર ભાગનું વર્ણન તમે વાંચ્યું. હવે વીજળી એકઠી કરી રાખનાર ભાગ કેવો હોયછે તે તમને કહુંછું.

આકૃતિમાં બતાવેલો ड ड ભાગ ધાતુનો બનાવેલો હોય છે એને બે છેડે ગોળ દડા જેવું હોયછે. એક બાજુને છેડે લોઢાની સોયો જેવી અણી કઢેલો ભાગ લાગુ કર્યો હોયછે. આકૃતિમાં તે त ઠેકાણે બતાવ્યો છે. બીજે છેડે જે ગોળ હોય છે તે આકૃતિમાં अ આગાડી ચીતર્યો છે. ધાતુની આ નળીને फ નામના કાચના થાંભલા ઉપર ચોડેલી હોયછે. કાચ વિદ્યુત્ રોધક હોવાને લીધે નળીમાં જમા થતી વીજળી બીજે કાંઇ જઇ શકતી નથી.

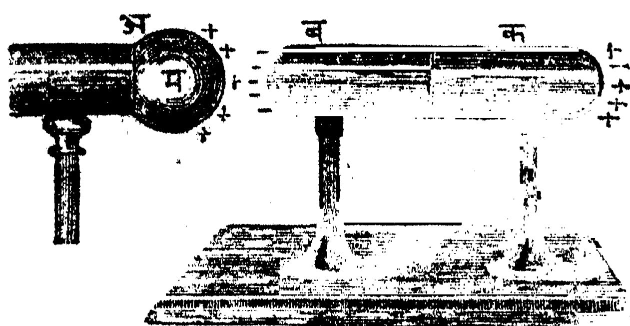
હાથાવતી જેવી શીશી ફેરવે તેવી તેમાં વીજળી ઉત્પન્ન થાયછે, અને બીજે કોઇ ઠેકાણે જવાનો રસ્તો નથી હોતો અને લોઢાના સોયો પાસે હોયછે. તેથી તેમાં જતી રહે છે. ધાતુ મૂળે વિદ્યુત્ વાહક હોઇને વળી સોય જેવી અણીયો હોવાથી તે વિજળીને પોતાની તરફ ખેંચે છે.

वीजळीनो चमकारोः—વીજળીનું યંત્ર ચાર પાંચવાર ફેરવ્યા પછી **अ** ગોળા અગાડી જો આપણી આંગળી લઇ જઇએ તો તે ગોળામાંથી તણખો નીકળીને આપણી આંગળીમાં જતો દેખાય છે. તણખો દેખાય ને તુરત તડતડ એવો ધીરે રહીને અવાજ થાય છે. અને આંગળીમાં કાંઇ સોય જેવું ઘોચ્યું હોય નહિ એમ લાગે છે. યંત્રની અગાડી આંગળી લઇ જઇએ ત્યારે જે તેજ દેખાય છે તેને વીજળીનો ચમકારો કહે છે. આકાશમાં જ્યારે વીજળી એક વાદળામાંથી બીજા વાદળામાં જાય છે ત્યારે એવોજ ચમકારો થાય છે તે પ્રમાણે ઘણીએ વખત દેખીએ છીએ. તેમજ યંત્રમાં તડતડ અવાજ થયો તેને બદલે આકાશમાં મોટો ગડગડાટ થાયછે.

विजळी भरेला पदार्थ—ઉપર કહી ગયા કે પોઝીટીવ વીજળી બતાવવાને (+) વત્તાની ને નેગેટીવ વીજળી બતાવવાને (–) ઓછાની નિશાની કરીએ છીએ તે વાત બરોબર યાદ રાખજો.

વીજળીના યંત્રના છેડાના **अ** ગોળા પાસે સરખી જાડાઇની ને એક બીજાને બેસતી આવે એવી બે નળીઓ **ब** અને **क** મૂકવી. એ નળીઓ કાચના થાંભલા ઉપર બેસાડેલી હોયછે. મરજી હોય તો

आकृति ५१ मी.



ब અને क છૂટી પણ કરી શકાયછે. અને મરજી હોય તો ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એકઠી પણ કરાય છે. હવે ધારો કે યંત્ર ફેરવવાથી अ ગોળામાં પોઝીટીવ વીજળી ભરાઇ. ब અને क નળીઓ એકઠી જોડીને अ ગોળા પાસે મૂકીછે તેથી अ માંથી ब છેડામાં વીજળી આવેછે ब છેડામાં નેગેટીવ અને क છેડામાં પોઝીટીવ વીજળી એકઠી થાયછે એવું જણાશે. અમુક પદાર્થમાં કિયા પ્રકારની વીજળીછે એ કેવી રીતે જણાય છે તે પછવાડી કહી ગયા છીએ. આ પ્રમાણે વીજળી ભરેલા પદાર્થની પાસે રહ્યાથી બીજા પદાર્થમાં જે વીજળી આવે છે તેને ઇન્ડકશનથી આવેલી વીજળી કહેછે. મરાઠીમાં એ ને "સાનિધ્ય જનિત" એટલે વીજળીવાળા પદાર્થની પાસે રહેવાથી ઉત્પન્ન થયેલી વીજળી કહે છે.

હવે क નળીને ब થી છૂટી પાડીને દૂર મૂકીએ અને પછી ब નળીને પણ દૂર લઇ જઇને મૂકીએ. તપાસ કરીશું તો આપણને જણાશે કે હજી પણ પહેલાંની પેઠે ब નળીમાં નેગેટીવ, અને क આગળ પોઝીટીવ વીજળી છે. अ ગોળામાંની વીજળી લગીર પણ ઓછી થતી નથી તે છતાં ब અને क નળીમાં વીજળી ક્યાંથી આવે છે. બીજે કાંઈ બહારથી તો આવેછે એમ હોય નહિ. ब અને क નળીમાં પહેલાંથીજ બંને પ્રકારની વીજળી હતી, અને જેવી એ નળીઓ अ ગોળાની પાસે આણી કે તરત તેમાંની બંને જાતની વીજળી છુટી પડીને જૂદા જૂદા છેડા તરફ જાય છે. अ ગોળામાં પોઝીટીવ વીજળી હોવાથી તે નળીયોની નેગેટીવ વીજળીને આકર્ષણ કરે છે; અને તેથી ब છેડા આગળ નેગેટીવ, ને क આગળ પોઝીટીર વીજળી એકઠી થાય છે. પછી નળીયોને છૂટી કરીએ છીએ

તેથી એને એ પ્રમાણે વીજળી છૂટીને છૂટી રહે છે.

ઉપરના પ્રયોગથી આપણે એ જાણ્યું દરેક પદાર્થમાં બંને જાતની વીજળી સરખી રહેલી હોયછે. પદાર્થને જો વીજળી ભરેલા બીજા પદાર્થની પાસે મૂકીએ તો તેમાંની વીજળી છૂટી પડેછે. વીજળી ભરેલા પદાર્થમાંથી જે જાતની વીજળી આવે છે તેજ જાતની વીજળી બાજા છેડા તરફ એકઠી થાય છે. અને એનાથી જૂદી જાતની વીજળી પદાર્થની તરફના છેડા ઉપર એકઠી થાય છે.

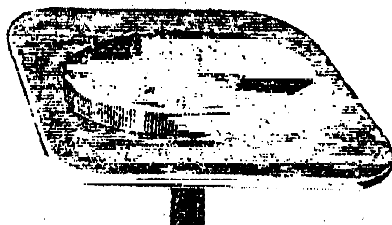
इलेक्ट्रोफोरस नामनुं वीजळी पेदा करनारुं यंत्रः—

ઇલેક્ટ્રોફોરસ નામનું વીજળી પેદા કરનારૂં એક બીજું યંત્ર નીચેની આકૃતિમાં ચિતર્યું છે.

એક દસ, બાર ઈંચ પહોળું ધાતુનું પતરૂં છે. તેના ઉપર એક નવ દસ ઈંચ પહોળું, રાળ, રબ્બર, લાખ અથવા ગંધકનું રોટલી જેવું પડ છે. તેના ઉપર પાછું સાત આઠ ઈંચ પહોળું ધાતુનું પતરૂં છે.

आकृति ५२ मी.

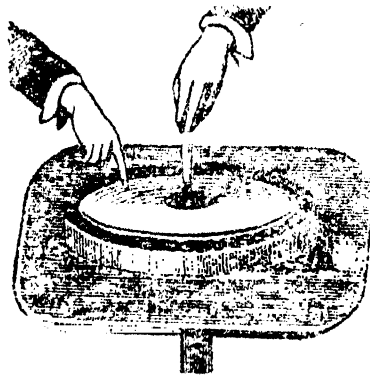




આ પતરૂં ઉચકી લેવાય છે અને તેમાં આવેલી વીજળી નીકળી ન જાય માટે તેને કાચનો હાથો જડયો હોય છે. હવે એમાં વીજળી કેવી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે તે જોઇએ.

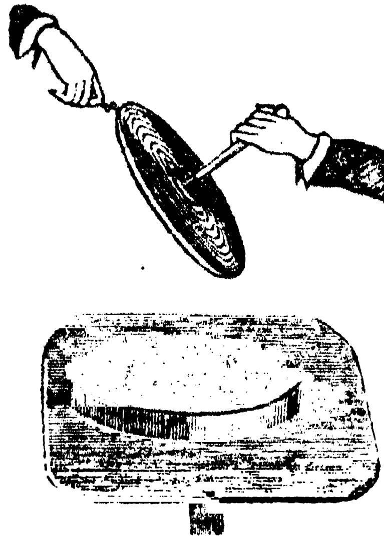
ઇલેક્ટ્રોફોરસને તપાવીને સહેજ ગરમ કર્યા પછી કાચનો હાથો પકડીને ઉપરનું પતરૂં લઇ લેવું. પછીથી લાખના પડ ઉપર રેશમનો રૂમાલ અથવા ફલાલીનના કડકાથી ખુબ ઝાપટવું. એટલે લાખ ઉપરની વીજળી પેદા થાય છે. પછી પતરૂં પાછું મૂકવું. એટલે લાખ ઉપરની વીજળી પતરાની અંદરની વીજળીનું પ્રથક્કરણ

आकृति ५२ मी.



કરીને તેની અંદરની બે તરેહની વીજળીને છુટી કરે છે. નેગેટીવ વીજળી ધક્કે લાઇને પતરાની ઉપરની બાજુએ એકઠી થાય છે; અને પોઝીટીવ પતરાની નીચલી બાજુએ એકઠી થાય છે. પતરૂં કાચના હાથા વડે ઉચકીને જો તમારી આંગળી એની ઉપરની બાજુ પાસે લાવો તો તમારી આંગળીમાં વીજળીનો તણખો પેસતો જણાશે અને તમને લગીર ચટકો લાગશે. પતરૂં લાખ ઉપરથી લઇએ તે વખત લાખ ઉપરની વીજળી પતરાની જોડે જોડે આવતી નથી.

आकृति ५४ मी.



ઉપાડેલા પત્રામાંથી તમારી આંગળીમાં એકવાર વીજળી આવ્યા પછી ફરીથી લાખ ઉપર મૂકો. એટલે એમાં ફરીથી વીજળી આવે છે. એ પ્રમાણે તમે જેટલીવાર પતરૂં લાખ ઉપર મૂકો અને ઉપાડો તેટલી વાર એમને એમ વીજળી નીકળે છે. પતરૂં જ્યારે લાખ ઉપર હોય છે ત્યારે લાખ ઉપરની વીજળીથી એની વીજળીનું પ્રથક્કરણ થાય છે. નેગેટીવ વીજળી પતરાની ઉપરની બાજુએ રહે છે. આ વીજળી આપણી આંગળીમાં થઈને જમીનમાં જતી રહે છે. પતરૂં જેવું ઉચક્યું કે એની અંદરની પોઝીટીવ વીજળી આંગળીની વાટે જમીનની અંદરની નેગેટીવ વીજળીને પોતાની પાસે ખેંચે છે. આથી પતરામાં બે પ્રકારની વીજળી સરખી થઈ રહે છે. વળી પાછું લાખ ઉપર મૂકો એટલે વીજળીનું પ્રથક્કરણ થાય છે એ પ્રમાણે ગમે તેટલીવાર કરો તોપણ થાય.

આ યંત્રમાં એકવાર વીજળી ભરીએ એટલે પછી તે આઠ આઠ, દસ દસ દિવસ સુધી રહી શકે છે. હવામાં ભેજ હોય તો બહુ દિવસ નથી રહેતી. તેમજ આંગળીમાં તણખો પણ ગમે તેટલીવાર નીકળે છે.

લેડનજાર:—એક જાતની કાચની શીશી હોયછે તેમાં જોઇએ તેટલી વીજળી ભરી મૂકાય છે. સને ૧૭૪૬ માં લેડન નામના શહેરમાં એક વિદ્વાને એવી શીશીમાં વીજળી ભરી મૂકાય એ વાત શોધી કાઢી હતી માટે એને એવું નામ આપ્યું છે.

એક કાચના પહોળા મોંના સીસાને અંદર અને બહારથી કલઈનું પતરૂં જડી લે છે. શીશાના મોં અગાડીથી કેટલાક ભાગમાં એ

આકૃતિ ૫૯ મી.



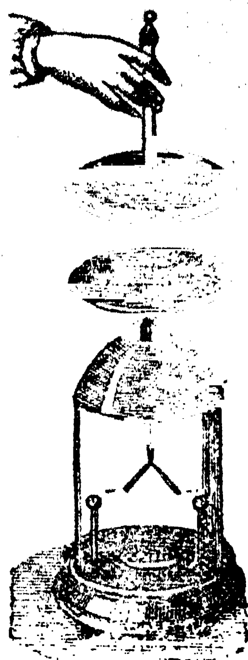
પતરૂં જડતા નથી. બાટલીના મોંમાં લાકડાનો બૂચ હોય છે અને બુચની અંદર કાણું પાડીને તેમાં પીતળનો સળીયો જડી લીધો હોય છે. એ સળીયો શીશીમાં છેક નીચે સુધી અડે એવો હોય છે. સળીયાની બહારની બાજુને છેડે પીતળના ગોળા જેવો દડો હોય છે.

આ શીશી હાથમાં પકડીને વીજળીના યંત્રના વીજળી એકઠી થવાના ભાગ આગળ ધરીએ તો તેમાંથી વીજળી આ શીશીમાં આવે છે. એ પ્રમાણે આપણી મરજીમાં આવે એટલી ભરી શકાય છે.

હવામાં ભેજ ન હોય તો ઘણા વખત સુધી વીજળી શીશીમાં રહી શકે છે. વીજળી ભરતી વખત શીશી હાથમાં લીધી હોય છે ત્યારે અંદરની વીજળી બહારની પતરા અંદરની વિજળીનું પ્રથક્કરણ કરીને નેગેટીવ વીજળીને પતરાંની માંહેની બાજુએ ખેંચેછે. અને પોઝીટીવને પતરાની ઉપરની બાજુ ધકેલે છે. એ બહારના ભાગની પોઝીટીવ વીજળી હાથમાં થઇને જમીનમાં જતી રહે છે. આ પ્રમાણે શીશીની અંદરના પતરા ઉપર પોઝીટીવ અને બહારના પતરા ઉપર નેગેટીવ વીજળી એકઠી થાય છે.

આ બે જાતની વીજળી એક બીજાની પાસે જવાનું ઘણુંએ જોર કરે છે. પણ આડો કાચ હોવાથી જઇ શકતી નથી. કારણ કે કાચ એ વિદ્યુત્‌રોધક પદાર્થ છે.

આકૃતિ ૯૬ મી.



વીજળીનો વેગઃ—શીશીના કાચની જાડાઈ ઘણું ઘણું તો એક ઇંચનો ૧/૬૦ હશે, પણ એટલામાં એ વીજળી જઈ શકતી નથી. પરંતુ જો વિદ્યુદ્વાહક પદાર્થમાં થઈને જવાનું મળે તો ગમે તેટલું દૂર હોય તોપણ વિજળી ઝપાટાબંધ જાય ! વિદ્યુદ્વાહક પદાર્થ ગમે તો સો ગાઉ અથવા હજાર ગાઉ લાંબો હોય તોપણ તેની અંદરથી વીજળી એક ક્ષણમાં દોડીને બીજી વીજળીને મળે છે ? સર ચાર્લ્સ વ્હીટસ્ટોન નામના વિદ્વાને એક યુક્તિથી વિજળીના દોડવાના વેગની ગણતરી કાઢી છે ! એણે એવો અડસટ્ટો કાઢ્યો છે કે જો તાંબાનો તાર હોય તો તેમાં વીજળી એક સેકન્ડમાં ૨, ૮૦,૦૦૦ મૈલની ઝડપથી દોડે છે. આ વેગ પ્રકાશની ગતિના વેગ કરતાં પણ ઘણોજ વધારે છે. જેટલી ઝડપથી વીજળી તાંબામાં દોડે છે તેટલી

ઝડપથી બીજા કશા પદાર્થમાં દોડતી નથી.

વીજળીનો ધક્કો:—પાંચ સાત માણુસો એક બીજાના હાથ પકડીને ગોળ કુંડાળામાં ઉભા રહે અને એક છેડા ઉપરના માણુસના હાથમાં લેડનજાર હોય તે બીજા છેડા ઉપરના માણુસનાં આંગળાં આગળ લાવે તો લેડનજારમાંથી વિજળીનો તણખો નીકળીને આંગળાંમાં જાયછે, અને તેજ વખત દરેક માણુસને વીજળીનો ધક્કો વાગે છે. ઓછી વીજળી હોય તો લગીર ધક્કો લાગે છે, પણ જો વધારે હોય તો માણુસથી ખમી શકાય નહિ એટલા જોરથી ધક્કો વાગે છે. બહુજ જોરથી ધક્કો વાગે તો વખતે માણુસ મરી પણ જાયછે માટે શિક્ષકની મદદ વગર એ પ્રયોગ કરવો નહિ.

જ્યારે લેડનજારમાં વીજળી વધારે એકઠી થઇ ગઇ હોય તો થોડી વીજળી કાઢી નાંખવી પડે છે. એ કામ સારૂં એક પીતળના તારનું ચીપીઆ જેવું હથિઆર વપરાય છે જાડા પીતળના બે સળીઆને પહોળા સાંટડા થાય એવી રીતે જડી લીધા હોય છે, અને તેને બે છેડે બે ગોળ દડા જેવું હોયછે. તારને અડકયા સિવાય ઝલાય એ-

आकृति ५७ मी.



તે સારૂ બે કાચના હાથા રાખ્યા હોય છે. તે હાથા ઝાલીને પાસેની આકૃતિમાં ચિતર્યા પ્રમાણે એનો એક ગોળ દટ્ટો લેડનજારના ઢાંકણાની અંદરના સળીઆના દટ્ટાને અડકાડે છે. અને બીજો લેડન જારની બહારના કલાઇના પતરાને અડકાડે છે. જેથી અંદરની વીજળી બહારના પતરાપર આવેછે અને ત્યાંથી જતી રહે છે.

रसायनिक वीजळीः—અત્યાર સૂધી જે વીજળીની વાત કરી તે ઘર્ષણથી પેદા કરીને ભરી મૂકેલી વિજળીને માટે હતી. એવી વીજળીને એક જગાએ ભરી રાખીએ છીએ માટે એને સ્થિર વીજળી પણ કહે છે.

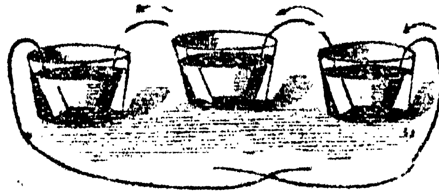
રસાયનિક ક્રિયાથી જે વિજળી ઉત્પન્ન થાયછે તેને રસાયનિક વીજળી કહેછે. આ વીજળીનો પ્રવાહ ચાલુ ને ચાલુ રાખવો પડેછે, માટે એને "ચળિત" વીજળી પણ કહે છે.

वोल्टानी बनावेली वीजळीनी *बेटरीः—આ બેટરીમાં એક કાચના પ્યાલામાં એક જસતનું, અને એક તાબાનું એવાં બે પતરાં હોયછે. એક પ્યાલાનું જસતનું પતરૂં બીજા પ્યાલાના તાંબાના પતરાને તાંબાના તારથી જોડ્યું હોયછે. એ પ્રમાણે એક જસત ને એક તાંબુ એમ પતરાંનાં એવાં જોડકાં બને છે. જેટલા પ્યાલા રાખવા હોય તે બધામાં એવીજ રીતે પતરાં હોય છે. પહેલા પ્યાલામાંના તાંબાના પતરાને જસતના પતરાની જોડ નથી હોતી અને છેલ્લાની અંદરના જસતના પતરાને તાંબાના પતરાની જોડ નથી હોતી. બે છેડાનાં પતરાંને તાર બાંધ્યા હોયછે તે એક બીજાને અડે એટલા લાંબા

* રસાયનિક વીજળી પેદા કરવાના વાસણને બેટરી કહે છે.

હોય છે. દરેક પ્યાલામાં એક ભાગ ગંધકનો તેજાબ અને આઠ ભાગ પાણી એવું મિશ્રણ ભર્યું હોય છે. ઉપર કહી ગયા કે એક છેડે તાંબાનું, ને બીજે છેડે જસતનું પતરૂં જોડ વગરનું હોય છે. એ બે છેલ્લા પતરાને તાર બાંધેલા એક બીજાને અડાડીએ એટલે એ પણ એક જોડકુંજ થઇ રહે છે. જેવા એ બે તારને અડાડયા કે છેલ્લા તાંબાના પતરામાંથી નીકળી છેલ્લા જસતના પતરામાં જવા દોડે છે. ત્યારપછી એ જસતમાંથી એજ પ્યાલાના તાંબા પર, પછી પાછા બીજા જસતપર એમ વીજળીનો પ્રવાહ ચાલવા માંડેછે. વીજળીનો પ્ર-

આકૃતિ ૫૮ મી.



વાહ કેણી તરફ ચાલે છે તે પાસેની આકૃતિમાં તીર ચીતરીને બાતાવ્યું છે.

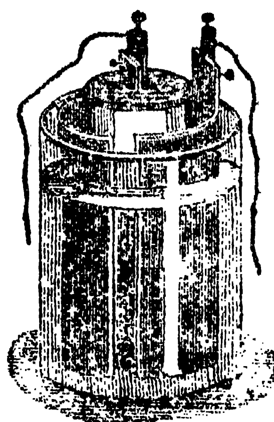
વેાલ્ટાની બેટરીનેા વીજળીનેા પ્રવાહ પહેલ વહેલેા તેા ઘણેા જોરાવર હેાય છે, પણ પછીથી નબળેા પડી જાય છે. જસત જોડે ગંધકનેા તેજાબ અડવાથી એસિડનું પ્રથક્કરણ થાય છે, અને હૈદ્રેાજન નામનેા વાયુ પેદા થાય છે. એથી જસત ખવાઈ જાય છે અને તાંબાના પતરાપર હૈદ્રેાજનની ઝીણી ઝીણી પરપેાટીઓ ચેાંટી રહે છે. તેથી વીજળી બરાબર ઉત્પન્ન થતી નથી. જેટલા પતરા ઉપર હૈદ્રેાજનના પરપેાટા વળગી રહ્યા હેાય તેટલા ભાગમાં એસિડ કાંઇ

અસર કરી શકતો નથી. એથી વીજળી ઉત્પન્ન થાય નહિ એ ખુલ્લુંછે.

ग्रोवनीबेटरीः—વોલ્ટાની પછી ઘણા વિદ્વાનોએ જૂદી જૂદી જાતની બેટરીઓ બનાવી છે. વીજળીનો પ્રવાહ જાથુ એક સરખોજ વહ્યાં જાય એ હેતુથી કેટલીક જાતની બેટરીઓ બનાવી છે. તેમાં ગ્રોવની બેટરી સારામાં સારી છે.

આ બેટરીમાં એક પ્યાલાને બદલે પ્યાલામાં બીજો પ્યાલો મૂકેલો હોય છે. બહારનું વાસણ કાચનું હોય છે અને તેમાં નરમ ગંધકનો તેજાબ ભરે છે એ વાસણમાં જસતનું પતરૂં મૂકે છે. એ પતરાના વાંકમાં બીજું માટીનું લપેટયા વગરનું વાસણ મૂકે છે આ વાસણને લપેટયું નથી હોતું તેથી તેમાંથી ભરેલી વસ્તુ થોડી ઝમી જાય છે. એ વાસણમાં નૈટ્રિક એસિડ ભરે છે, અને એમાં પ્લેટિનમ નામની ધાતુનું પતરૂં

आकृति ५९ मी.



મૂકે છે. વોલ્ટાની બેટરીમાં જે કામ તાંબાનું પતરૂ કરતું તે આ

બેટરીમાં પ્લેટિનમ કરે છે. જસતનાં પતરાં ઉપર પારો ચડવિલો* હોય છે. તેથી તે એસિડમાં ખવાઇ જતાં નથી. હવે બેટરીમાં વીજળી શી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે તે જોઇએ. ગંધકનો તેજાબ જસતને અડકે છે તેથી તેનું પ્રથક્કરણ થઇને તેમાંથી હૈદ્રોજન નામનો વાયુ છુટો પડે છે. આ હૈદ્રોજન વાસણની બહાર નીકળી જતો નથી પરંતુ પેલા માટીના વગર લખોટેલા વાસણમાં જાય છે. અહીં જે નૈટ્રિક એસિડ ભર્યો હોય છે તેનું પૃથક્કરણ કરીને તેમાંના ઓક્સિજનની જોડે પોતે મળી જાય છે અને તેથી પાણી બને છે. નૈટ્રિક એસિડમાંથી આ પ્રમાણે ઓક્સિજન ઓછું થાય છે, અને એ નૈટ્રસ એસિડ બની જાય છે. બેટરીમાંથી સુંઘી શકાય નહિ એવો નારંગીયા રંગનો ધુમાડો નીકળે છે તે આ નૈટ્રસએસિડનો છે.

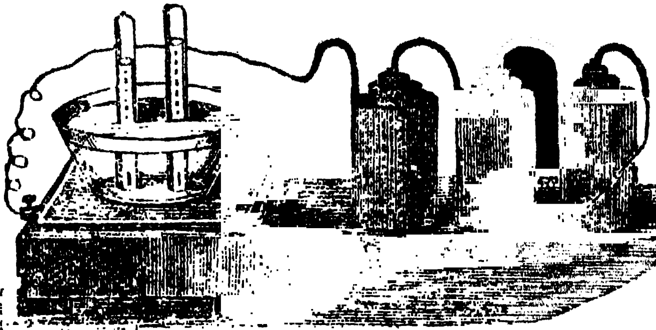
આ પ્રમાણે જસત આગળથી છુટો પડેલો હૈદ્રોજન પ્લેટીનમ આગળ જવા પામતો નથી, અને તેથી આ જાતની બેટરી એક સરખી રીતે પોતાનું કામ કર્યા જાય છે; અને વીજળીનો પ્રવાહ નિરંતર ચાલ્યા જાય છે. આ વર્ણન માત્ર એક વાસણનુંજ કર્યું છે. મોટી મોટી બેટરીમાં આવાં ૫૦ અથવા ૧૦૦ વાસણો હોય છે. એમાં એકના જસતના પતરાને બીજાના પ્લેટીનામના પતરાને તાંબાના તારથી જોડી દે છે. અને છેક છેલ્લા જસતને બીજા છેડાના છેલ્લા પ્લેટીનમની જોડે જોડવાથી પ્રવાહ ચાલુ થાય છે.

* પતરાંને ખુબ સાફ કરવાં, અને પોળો ભૂકો કે એવું કાંઇ ચોંટયું હોય તે કાઢી નાંખવું. પછી તેને નરમ ગંધકનો તેજાબ ચોપડીને એના ઉપર પારો ઘસવો એટલે પારો ચડી જશે.

વીજળીથી થતા લાભઃ—હવે વીજળીના પ્રવાહથી શાં શાં કામ થાય છે તે જોઇએ.

૧. ગ્રોવની બેટરી તૈયાર કરીને તેના બે તાર એકઠા કરો તે જગાએ પ્લેટીનમનો ઝીણો તાર રાખશો તો એ તાર તપીને લાલચોળ થઇ જશે.

આકૃતિ ૬૦ મી.

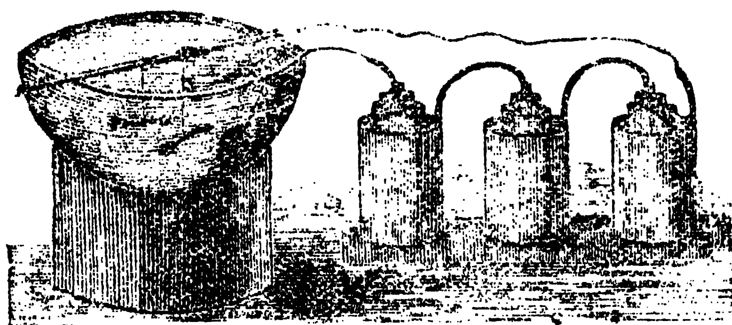


૨. વીજળીના પ્રવાહથી મિશ્ર પદાર્થનું પ્રથક્કરણ થાય છે, અને તે જે જે મૂળ પદાર્થનો બન્યો હોય તે છુટા પડે છે. પાણી હેદ્રોજન, અને ઓક્સિજન નામના બે વાયુરૂપી પદાર્થનું બનેલું છે. એ આપણે જાણીએ છીએ. વીજળીના પ્રવાહથી પાણીનું પ્રથક્કરણ થઇને એ બે વાયુરૂપી પદાર્થ છુટા પડે છે પાસેના ચિત્રમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એક કાચના વાસણમાં પાણી ભર્યું હોય છે. વીજળીનો પ્રવાહ જઇ શકે તે સારૂ એ પાણીમાં થોડો ગંધકનો તેજાબ નાંખે છે. એ વાસણને તળીયે પ્લેટિનમનાં બે પાતળાં પતરાં જડી લીધાં હોય છે. એ દરેક પતરા ઉપર અકેકી એસિડવાળું પાણી ભરેલી નળી ઉંધી પાડી હોય છે. એ પ્લેટીનમના પતરાને બેટરીના બે

તારની જોડે જોડી દે છે. એટલે વીજળીનો પ્રવાહ ચાલવા માંડે છે. નળીની અંદરના પાણીનું પ્રથક્કરણ થઇને જસતની તરફની નળીમાં હૈદ્રોજન, અને પ્લેટીનમ તરફ ઓક્સિજન એકઠો થાય છે.

આવી રીતે વીજળીના પ્રવાહથી મિશ્રણનું પ્રથક્કરણ થાય છે. પણ એ યાદ રાખવું કે મિશ્રણ પ્રવાહિ રૂપમાં હોવું જોઇએ.

आकृति ६१ मी.



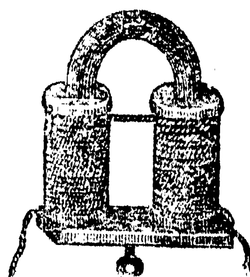
વીજળીના પ્રવાહથી ઢોલ ચડાવાય છેઃ—એક કાચના વાસણમાં મોરથુથુનું પાણી ભરીને તેમાં તાંબાના તાર વડે એક લોઢાની સાંકળ લટકાવવી. તેની પાસે એને અડે નહિ એ પ્રમાણે બીજા તાર વડે એક તાંબાનું પતરૂં ટાંગવું. વોલ્ટાની બૅટરીના તાંબાની તરફના તારને આ તાંબાના પતરાની જોડે, અને જસતની તરફના તારને લોઢાની સાંકળની જોડે જોડી દેવો. એમ કર્યું કે વીજળીનો પ્રવાહ ચાલુ થઇને મોરથુથુના પાણીનું પ્રથક્કરણ કરશે. અને મોરથુથુની અંદરનું તાંબું લોઢાની સાંકળ ઉપર ચડી જશે. મોરથુથુ તે તાંબુ અને ગંધક એના મળવાથી બનેલો પદાર્થ છે. મિશ્રણનું તાંબુ જેમ જેમ ઘટતું જાય તેમ તેમ તાંબાનું જે પતરૂં આપણે ટાંગ્યું હોય છે તેમાંથી તાંબુ મિશ્રણમાં આવે.

આ રીતે ગમે તે ધાતુ ઉપર ગમે તે ધાતુ ચડી શકે છે. જે ધાતુપર ઢાળ ચડાવવો હોય તે ખુબ ધોઇને સાફ કરવી જોઇએ; અને જે ધાતુ ચડાવવી હોય તેનો ખાર પાણીમાં પાગળે એવો જોઇએ. તેમજ જે પદાર્થ ઉપર ઢાળ ચડાવવો હોય તે વિદ્યુત વાહક જોઇએ. જો વિદ્યુતવાહક ન હોય તો તેને સીસાપેનની માંહેલા પ્લંબેગોનો ભૂકો ખુબ મસળે છે. તેથી તે વિદ્યુદ્વાહક પઇ જાય છે.

विजळीवडे लोहचुंबक बनावाय छे:—સાદા લોઢાની અંદર જો વિજળીનો પ્રવાહ જાય તો તેમાં લોહચુંબકનો ગુણ આવેછે.

તાંબાનો સુતર અથવા રેશમ વીંટેલો તાર આવે છે. તે તારને એક લોઢાના ચિત્રમાં બતાવેલા આકારના નાળને ખુબ વી-

आकृति ६२ मी.



તારને સુતર અથવા રેશમ વીંટયું હોય છે તેથી એ આંટો બીજા આંટાને અડકતો નથી. વીંટાળેલા તારના બે છેડા વીજળીની બેટરીના બે છેડાની સાથે જોડી દઇએ કે તરત લોઢાના નાળમાં લોહ ચુંબકનો ગુણ આવે છે.

વીજળીનો પ્રવાહ ચાલુ કરવાને તારની જોડે બેટરીના તાર જોડી દઇએ તે પહેલાં એક લોઢાનો કડકો નાળને અડકાડી જોવો જોવો અડકાડીને તમારા હાથમાંથી મૂકી દેશો કે તરત ભોંયપર પડી જશે. પણ તાર સાંધ્યા પછીથી જો નાળની અગાડે લોઢાનો કડકો લેઈ જશો તો તે પડી ન જતાં નાળને ચોટી રહેશે. તમે એને દસશેર બારશેરનું કાટલું લટકાવશો તોપણ પડી નહિ જાય! જેમ તાર ઘણો વીંટાળો હોય છે અને જેમ વીજળીનો પ્રવાહ જબરો હોય છે તેમ તેમ નાળમાં વધારે વધારે લોહચુંબકનો ગુણ આવે છે. તમે જો બેટરીના તારનો સંબંધ તોડી નાંખોતો લટકેલું તરત નીચે પડી જાય!

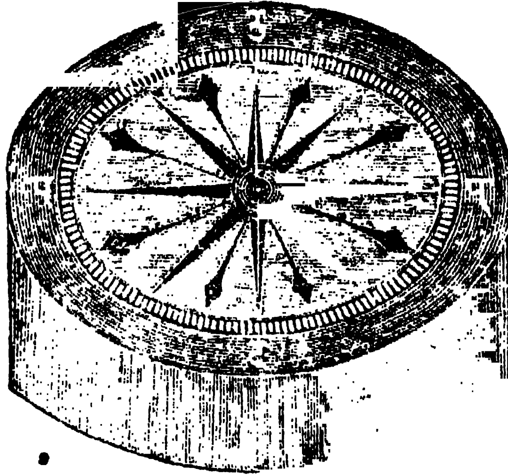
હવે જો લોઢાનો નાળ કાઢી લઇને તેને બદલે લાકડાનો અથવા બીજી ધાતુનો નાળ મૂકીએ તોપણ તેનામાં લોહચુંબકનો ગુણ આવે છે. ફેર માત્ર એટલોજ કે લોઢામાં બહુ આવે છે.

ઉપરના પ્રયોગમાં સાદા લોઢાને ઠેકાણે જો પોલાદનો નાળ રાખ્યો હોય અને તેમાં કેટલીકવાર વીજળીનો પ્રવાહ જવા દીધો હોય તો પ્રવાહ બંધ કર્યા પછી પણ પેલા નાળમાં લોહચુંબકનો ગુણ આવે છે.

होकायंत्र अथवा ध्रुवनी माछली:—પોલાદની સોયમાં વીજળીનો પ્રવાહ કેટલીકવાર સૂધી જવા દઇએ તો સોયમાં લોહચુંબકનો ગુણ આવી જાય છે. એ સોયને રેશમને દોરે અધ્ધર લટકાવીએ તો તે ગમે તે દિશામાં ન રહેતાં માત્ર ઉત્તર દક્ષિણ રહે છે. એને જો બીજી કાંઇક ગોઠવણ કરીને ગમે તે બાજુએ સહેલાઇથી

ફરી શકે એવી સ્થીતિમાં રાખીએ તોપણ તે એકની એકજ દિ-
શામાં રહેશે.

आकृति ६३ मी.



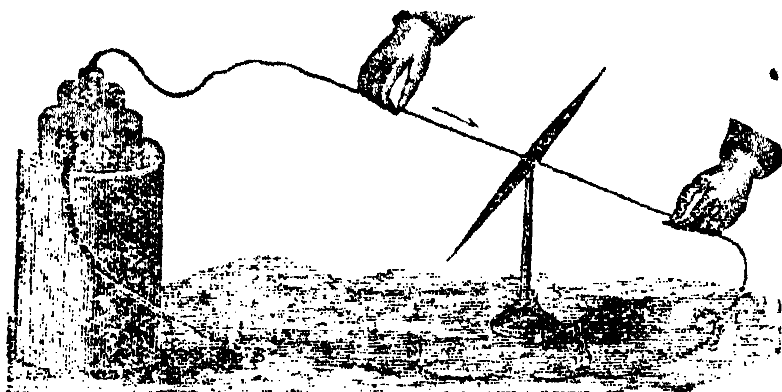
આ ગુણને લીધે આવી સોય વહાણવટી અને મુસાફરોને દિશા જાણવા સારૂ બહુજ ઉપયોગી થઇ પડે છે. એક દાબડીમાં ઝીણી અણીવાળી સોય જડી લઇને તેના ઉપર લોહચુંબકનો ગુણ ધરાવનારી સોયને રાખે છે. દાબડીની અંદર બધી દિશાઓનાં નામ લખેલો કાગળ ચોડયો હોય છે. જે તરફ સોય રહે તેની નીચે ઉત્તર દિશા લાવવાથી બધી દિશા સહેજ જાણી શકાય છે.

तार:—વીજળીના પ્રવાહથી કેવાં કેવાં કામ કરાય છે તે જાણવાથી માણસને બહુજ લાભ થઇ શકે છે. એક સંદેશો મોકલવાના તારનો દાખલો લો. આગગાડી કેટલી બધી ઝડપથી ચાલે છે તોપણ

એને અમદાવાદથી મુંબઇ જતાં પંદર કલાક લાગે છે. પહેલાં અમદાવાદથી મુંબઇ જવાને મહિનો મહિનો લાગતો પરંતુ અમદાવાદથી મુંબાઇ તારમાં સદેસો મોકલવો હોય તો એક ક્ષણમાં જઇ શકે છે!! અજ્ઞાન લોકો તારમાં સંદેસો કેવી રીતે જાય છે તેને માટે તરેહવાર વાતો કરે છે. કોઇતો કહેછે કે તાર પોલો હોય છે, તેમાં કાગળની ઝીણી ચબરકી લખીને ભુંગળી વાળીને મૂકે છે ને પછી ફૂંકે છે એટલે કાગળ ઉડી જાય છે!! આ બધું ખોટું છે। તાર કેમ જાય છે એટલે સંદેસો કેવી રીતે મોકલાય છે તે હું તમને સમજાવું છું. પણ એ તમને બરોબર સમજાય તે સારૂ નીચેની એક બાબત તમારે જાણવી જોઇએ.

જો વિજળીના પ્રવાહની નીચે હોકાયંત્ર મૂકીએ તો તેની અંદરની ધ્રુવ માછલી પોતાની દિશા મૂકીને પ્રવાહને કાટખૂણે

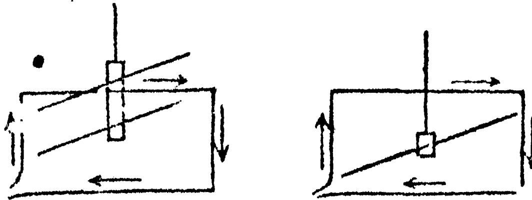
आकृति ६४ मी.



થઇ જાય છે. પાસેની આકૃતિમાં જોવાથી માલમ પડશે કે द ઉ તે

તારની દિશા બતાવનારી લીટી છે. ધારો કે એની નીચે લટકાવેલી ધ્રુવ માછલી પણ ઉત્તર દક્ષિણ તરફ વળેલી છે. હવે જેવો તારમાં વીજળીનો પ્રવાહ ચાલુ થાય કે તુરત સોય ફરી જઇને પૂર્વ પશ્ચિમ તરફ ઉભી રહેશે! ધારો કે પ્રવાહ જો દક્ષિણ દિશાથી ઉત્તર તરફ જાય છે તો નીચેની સોય ઉત્તર તરફનું મોં ડાબી તરફ એટલે પશ્ચિમ તરફ ફેરવીને તારને કાટખૂણે ઉભી રહેશે. હવે ધારો કે પ્રવાહ ઉત્તરમાંથી દક્ષિણમાં જાય છે. તે સોય ઉત્તર તરફનું મોં જમણી તરફ એટલે પૂર્વ દિશામાં ફેરવીને કાટખૂણે ઉભી રહેશે! તારમાં જ્યારે પ્રવાહ ન ચાલતો હોય ત્યારે તે ઉત્તર દક્ષિણ રહે છે. પાસેની આ-

आकृति ६८ मी.



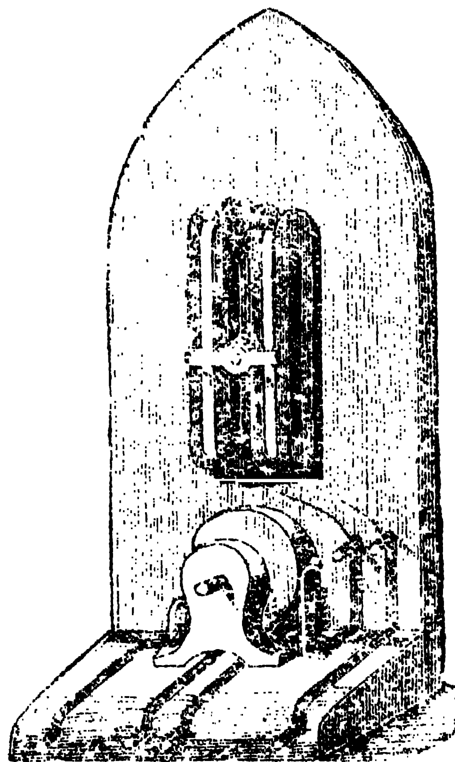
કૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે તારને સોયની ઉપરની બાજુએથી લઇને પાછી નીચેની બાજુ ઉપર પણ લીધો હોય તો તેથી ઉપર લખેલી અસર બહુજ જોરથી થાય છે. જો તારને સોયની તળે ઉપર વધારે આંટા વીંટયા હોય તો પછી વીજળીનું જોર ઓછું હોય તોપણ તેનાથી સોય ઘણા જોરથી ફરે છે.

પહેલાં કહ્યું છે કે ધાતુના તારમાં વીજળી ઘણી જોરથી ચાલેછે. તાંબાના તારમાં એક સેકન્ડમાં એનો વેગ ૨,૮૦,૦૦૦ મૈલ છે. સો-

દાના તારમાં એટલી બધી ઝડપથી નથી જતી પરંતુ અમદાવાદથી કલકતે જતાં એને એક સેકંડ પણ લાગતી નથી ! !

નીચલી આકૃતિમાં સંદેસા મોકલવાના તાર યંત્રમાં કેવી ગોઠવણ છે એ ચીતરી બતાવ્યુ છે. ગ્રોવની બેટરીનો એક છેડાનો તાર

आकृति ६६ मी.

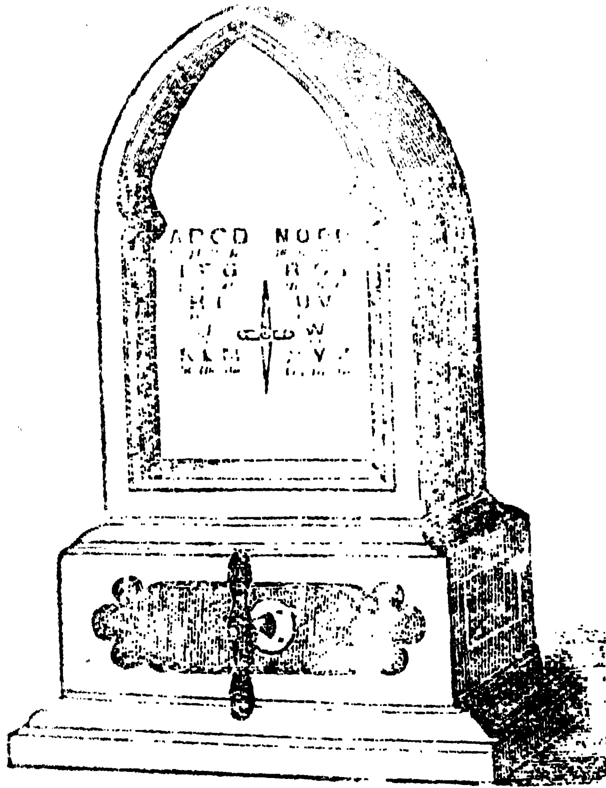


લોહચુંબકની સોય ઉપર પાંચ પચાસ આંટા દઇને પાછો બીજે છેડે સાંધ્યો હોય છે. એક હાથો હોય છે તે વડે મરજી પ્રમાણે

વીજળીનો પ્રવાહ જવા દેવાય છે. મરજી હોય તો ઉપરથી અને મરજી હોય તો નીચેથી પ્રવાહની દિશા બદલાય તો તેજ વખત સોય ડાબા જમણી ફરી જાયછે. આ પ્રયોગ તમે તમારે હાથે પણ કરી શકો. હવે ધારો કે બેટરી અમદાવાદમાં છે અને હોકાયંત્ર કલકત્તામાં છે. અમદાવાદવાળો માણસ જેવો ઉપરના તારમાં પ્રવાહ આવવા દે કે તરત કલકત્તાની માછલી જમણી બાજુએ મોં ફેરવે અને જો નીચલા તારમાં વીજળી જવા દે તો ડાબી તરફ ફેરવે.

હવે તારમાં બીજું કાંઇ બાકી રહ્યું નહિ. માત્ર એવી નિશાની ઠેરવે કે જમણી તરફ મોં ફેરવે તો क, ડાબી તરફ ફેરવે તો ख, એકવાર જમણીને એકવાર ડાબી એમ ફેરવે તો ग એટલે થયું. તારમાં ઇંગ્રેજી અક્ષરને માટે નિશાનીઓ ઠરાવી હોય છે, ગુજરાતીને માટે નહિ.

આકૃતિ ૬૭ મી.



વીજળીથી શાં શાં શાં કામ કરાય છે તે તમે જાણ્યા. ઘર્ષણુ-થી વીજળી કેમ પેદા કરવી અને એને કેવી રીતે ભરી મૂકવી એ પણુ તમે જાણ્યું. દરેક પદાર્થમાં એ પ્રકારની વીજળી હોય છે અને તેને કોઇ પણુ વીજળી ભરેલા પદાર્થની પાસે મૂકીએ તો પદાર્થની અંદરની વીજળીનું પ્રથકરણુ થઇ જાય અને બે જાતની વીજળી જુદી પડે એ તમે સમજ્યા. તેમજ વીજળીથી પદાર્થમાં આકર્ષણુ,

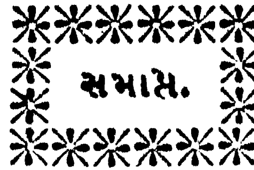
પ્રતિસારણ, તાપ, તેજ વગેરે કેવી રીતે પેદા થાય છે તે તમે જોયું. વીજળીથી મિશ્રણનું પ્રથકકરણ કેમ થાય છે, ઢોળ કેમ ચડે છે, લોઢામાં લોહચુંબકનો ગુણ કેવી રીતે આવે છે તે પણ જોયું. કદી બગડી ન જાય એવો જાથુનો લોહચુંબક કેવી રીતે અને શેનો બનાવવો તે પણ તમને આવડયું.

કોઈ તમને કહે કે તારની ભુંગળીમાં કાગળ વાળીને ફુંકે છે તો તમે નહિ માનો એવી મારી ખાતરી છે. કેમકે તારમાં સંદેસો કેવી રીતે મોકલાય છે તે તમને બરોબર સમજાવ્યું છે.

पुनरावर्त्तनः—આ પુસ્તક ઘણું નાનું હોવાના સબબથી આ મનોરંજક અને ઉપયોગી વિષયનું વધારે વર્ણન કરી શકયા નથી. પદાર્થનાં જૂદી જૂદી જાતનાં કેવાં રૂપ હોય છે તે તમને કહી ગયા. ગતિવાળા પદાર્થની શક્તિ, અને તેમનાથી થતાં કામ વિશે તમને સમજણ પાડી. તેમજ ગરમ થયેલા પદાર્થ વિશે અને પ્રકાશ વિશે પણ તમને થોડું થોડું કહ્યું. તે પછી વીજળીના પ્રવાહ વડે કેવા કેવા ચમત્કાર થઇ શકે છે તે સંબંધી તમને થોડી વાત કરી. આ રીતે સઘળી જાતના પદાર્થમાં કેઈ કેઇ જાતની શક્તિ હોય છે, અને તે વડે કેવાં કેવાં કામ થઇ શકે છે તે સંબંધી થોડુ થોડું આપણે જાણ્યું.

આ પુસ્તક તમારે બરાબર વાંચવું અને તે ઉપર વિચાર કરવો. આમાં જે પ્રયોગો પોતાની જાતે કરી જોવાના કહ્યા છે તે કરી જોશો તો તમને સમજાશે કે પદાર્થ ઘનરૂપમાંથી પ્રવાહિરૂપમાં અને પ્રવાહિરૂપમાંથી વાયુરૂપમાં આવે છે પણ તેનો કોઇ દિવસ

નાશ થતો નથી. એજ પ્રમાણે પદાર્થમાં રહેલી કર્તૃત્વ શક્તિનો પણ નાશ થતો નથી. પદાર્થની પેઠે કર્તૃત્વશક્તિનું પણ રૂપાંતર થાય છે. એટલે ગતિમાંથી કંપ, લહેરો, ગરમી, તેજ, તેમજ વીજળી પણ ઉત્પન્ન થાય છે. કર્તૃત્વશક્તિના આ દરેક રૂપવડે પદાર્થની અંદર કાંઇને કાંઇ પણ કામ થાય છે. આમ જોતાં પદાર્થ જેમ જૂદે જૂદે રૂપે નાશ થયા વગર જગત્‌માં રહે છે તેમ કર્તૃત્વશક્તિ પણ જૂદે જૂદે રૂપે આ જગતમાં મહાલ્યાં કરે છે!



યાદ રાખવા જેવી બાબતો.

૧. એક એવાર્ડુપોઇસ પૌંડના ૭૦૦૦ ગ્રેન હોયછે અને તે લગભગ ૪૦ રૂપિઆ ભારના શેર જેટલો છે.

૨. એક તોલાના ૧૮૮ ગ્રેન.

૩. હાથમાંથી પથરો નીચે ફેંકીએ તો તે એક સેકન્ડમાં ૧૬ ફીટ નીચે જાયછે.

૪. પોલાદ સૌથી વધારે મજબૂત ધાતુ છે. હીરાથી બીજો કોઇ પણ પદાર્થ સખત નથી.

૫. એક ઘનઇંચ પાણીનું વજન સુમારે ૨૫૨ ગ્રેન થાયછે.

૬. સો ઘનઇંચ હવાનું વજન ૩૧ ગ્રેન હોયછે.

૭. સો ઘનઇંચ હૈડ્રોજનનું વજન ૨ ગ્રેન હોયછે.

૮. અવાજ દર સેકન્ડમાં ૧૧૦૦ ફીટ જાયછે.

૯. પ્રકાશ દર સેકન્ડમાં ૧૯૦૦૦૦ મૈલ ચાલેછે.

૧૦. તાંબાના તારમાં વીજળી દર સેકન્ડમાં ૧૮૦૦૦૦ મૈલ ચાલેછે.

यंत्र वगेरे सामाननी तजवीज राखवानी शिक्षकने सूचना.

ભાષણ કરતી વખત જે જે યંત્ર અને સામાનની જરૂર હોય તે તે કાઢીને ટેબલ ઉપર આપણી આગળ મૂકી રાખવું. જે જે પ્રયોગ કરી બતાવવાના હોય તે તે પ્રયોગ પહેલાંથી કરી જોવા, નીકર જરૂર વખતે એવી નજીવી વાતને માટે આખો પ્રયોગ બગડેછે. બહાર કાઢેલો સામાન પાછો સાફ કરાવીને અંદર મૂકાવવો.

વાયુશોષક, વાતપૂરક ઇત્યાદિ યંત્ર બરોબર ચાલે છે કે નહિ તે જોવું. સખત થઇ જાય તો તેને મીણને તેલ ચોપડવું. એના ઉપર મૂકવાનાં કાચનાં વાસણ બરાબર ચોખ્ખાં ડાઘા ડુઘી વગરનાં રાખવાં. તેમજ ચોંટાડતી વખત તેને મીણ અને તેલ બરાબર ચોંટાડવું, જેથી એમાંની હવા જઈ શકે નહિ.

પારા ઉપર મેલની પોપડી બાઝી જાયછે. એમ થાય ત્યારે એક બ્લોટિંગ પેપર એટલે શાહી ચૂશી લેનારો કાગળ લઈ એને દડીઆની પેઠે વાળીને શંકુ આકારની ગળણી કરવી, અને એમાં ટાંકણીથી કાણું કરીને પછી કાચની ગળણીમાં મૂકીને તેમાં પારો રેડવો જેથી પારો નીચે મૂકેલા વાસણમાં પડશે અને મેલ કાગળમાં રહી જશે. પારાને બીજી ધાતુનો સ્પર્શ ન થવા દેવો.

બેટરીનાં જસતનાં પતરાંને અગાડી કહ્યું છે તેમ પારો ચઢાવેલોજ રાખવો.

વીજળી પેદા કરવાનાં કાચનાં યંત્રોને પ્રયોગ કર્યા પહેલાં ગરમ કરવાં. શેક વધારે થાય તો કાચ ફૂટી જાય તેમજ એક જગાએ

વધારે શેકાય તોપણ ફૂટી જાય. એ બાબતપર ધ્યાન આપવું. વીજળીના પ્રયોગ ભેજવાળી હવા હોય ત્યારે ન કરવા.

બેટરીનું કામ થઇ રહ્યા બાદ તેને એસિડ કાઢી લઇને પાણીમાં ભીંજવી રાખવી, અને પછી બરોબર સાફ કરીને મૂકી છાંડવી. તેમજ તાંબાના તાર હોય તેના છેડા કાટ વગરના ચળકતા રાખવા.

બધો સામાન સારી શોભાયમાન જોડવણથી કબાટમાં રાખવો, અને કોઈ અનાડી માણસ બાઝે નહિ એની ફિકર રાખવી.

ઉંચા નંબરના છોકરાને આ કામમાં માહીત કર્યા હોય તો એથી શિક્ષકને ઘણી મદદ મળે છે.

